L'éducation aux sciences dans un monde incertain

Lucas Nédélec

▶ **To cite this version:**

Lucas Nédélec. L'éducation aux sciences dans un monde incertain : Comment les enseignantes appréhendent-elles les incertitudes de la question vive de la transition agroécologique ? Étude de cas auprès d'enseignantes de l'éducation nationale et de l'enseignement agricole en contextes de formation.. Education. Université Toulouse - Jean Jaurès, 2018. Français. NNT : . tel-01897072

HAL Id: tel-01897072
https://hal.science/tel-01897072

Submitted on 16 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Université Toulouse - Jean Jaurès

Présentée et soutenue par :

Lucas Nedelec

Le 11 juillet 2018

Titre :

L'éducation aux sciences dans un monde incertain

Comment les enseignantes appréhendent-elles les incertitudes de la question vive de la transition agroécologique ?

Étude de cas auprès d'enseignantes de l'éducation nationale et de l'enseignement agricole en contextes de formation.

École doctorale et discipline :

École Doctorale CLESCO, Sciences de l'éducation

Unité de recherche :

UMR Éducation Formation Travail Savoirs (EFTS)

Directrice et directeur de thèse :

Laurence Simonneaux, professeure, ENSFEA
Grégoire Molinatti, maître de conférences, Université de la Réunion

Jury :

Rapporteuses

Anne Piponnier, professeure, Université de Lorraine
Chantal Pouliot, professeure, Université de Québec (Canada)

Examinateurs

Pedro Reis, professeur, Université de Lisbonne (Portugal)

Jean Simonneaux, professeur, ENSFEA

« on me demande souvent
si je comprends
ce que j'écris
comme si
il y avait usurpation du réel en la demeure
comme si
les mots se complaisent de l'alliage fortuit
d'avec la mystification

permettez l'esquisse d'une réponse

bien que les mots semblent s'écrire
d'eux-mêmes
je suis coupable de leur débauche
à plusieurs
parce que c'est bien à plusieurs
je reprends ce qui m'a été donné
je reprends ce qui m'a bien lu
car je ne lis pas beaucoup
ce qui ne me lit pas avant tout
je positionne ainsi une dignité
l'agenouille devant le mot qui vient
tout en cherchant un appui
sur le poids des siècles
dans le vers
je m'épuise ainsi en faiblesse
affalé par tant d'intentions anciennes
il ne me reste que de touts petits mots
enchevêtrés »

Laurent Poliquin, *De l'amuïssement des certitudes*, 2014.

« Descartes dit que l'irrésolution est le plus grand des maux. Il le dit plus d'une fois, il ne l'explique jamais. Je ne connais point de plus grande lumière sur la nature de l'homme. Toutes les passions, tout leur stérile mouvement s'expliquent par là. [...] C'est comme un défi à la nature des choses, qui met tout presque égal, et qui nourrit sans fin nos moindres délibérations. [...] On ne dit point : "si j'avais su", puisque la règle est qu'on ne peut savoir. »

« Il y a de la violence dans l'irrésolution. »

Alain, *Propos sur le bonheur*, 1928.

« La formule du poète grec Euripide, vieille de vint-cinq-siècles, est plus actuelle que jamais : "L'attendu ne s'accomplit pas, et à l'inattendu un dieu ouvre la porte". L'abandon des conceptions déterministes de l'histoire humaine qui croyaient pouvoir prédire notre futur, l'examen des grands événements et accidents de notre siècle qui furent tous inattendus, le caractère désormais inconnu de l'aventure humaine doivent nous inciter à préparer les esprits à s'attendre à l'inattendu pour l'affronter. Il est nécessaire que tous ceux qui ont la charge d'enseigner se portent aux avant-postes de l'incertitude de nos temps. »

Edgar Morin, *Les Sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, 1999.

SOMMAIRE DE LA THÈSE

LISTE DES TABLEAUX....15

LISTE DES FIGURES....17

/ PRÉALABLES....19

/ INTRODUCTION générale....21

Incertitude poétique, incertitude économique....21
Incertitude agricole....23
La structure de ma thèse....25

/ CHAPITRE 1 / Approche théorique....29

I. Les contours des technosciences : défis socio-politiques d'un régime de savoir....31

a. **Le régime de savoir des technosciences**....31

1. L'ère des technosciences, tentative de définition....31

2. D'une conception de la rupture technoscientifique à un point de vue plus nuancé : le concept des régimes de savoir....33

b. **Sciences et sociétés : la fin d'un mythe, la fin d'une clôture**....36

1. Les critiques de sciences....36

2. Techniques et catastrophes....39

3. Les études de science comme une tentative de dépassement du grand partage.40

4. Du monopole de la science à la société du risque....41

5. Un processus de politisation des technosciences : des dispositifs, des valeurs et des finalités en débat....42

II. Grandir et vivre dans un monde incertain : quels enjeux éducatifs ?47

a. **Pour une transformation de l'éducation aux sciences**....47

1. Les sciences peuvent-elles être "engagées" ?....47

2. L'éducation aux sciences : de l'alphabétisation scientifique aux finalités socio-politiques ?....49

b. **De la particularité des objets d'enseignements étudiés : controverses socio-scientifiques et questions socialement vives**....51

1. Les bifurcations initiales de la *science education* : le mouvement Sciences-Technologies-Sociétés....51

2. Le courant des Socio-Scientific Issues....53

Quelle éducation pour quelle acculturation scientifique ?....53
Le concept d'acculturation scientifique s'inscrit-il dans le paradigme de la rupture ?....54
Principales caractéristiques des Socio-Scientific Issues....56

Les applications en classe……57
3. Les questions socialement vives : porosités et nuances……59
Des convergences aux divergences……59
À l'origine, la problématique cruciale de la distance École-sociétés……60
Définitions des questions socialement vives : une approche didactique de l'enseignement des controverses……62
c. De l'enseignabilité des controverses socio-scientifiques……63
1. Légitimité des savoirs scolaires et questions socialement vives……63
2. Quelles spécificités ?……65
3. De l'intentionnalité à la contrainte : tentative de caractérisation du positionnement enseignant quant aux questions socialement vives……65
Une intentionnalité forte de la part des enseignants, influencée par des représentations des sciences……65
Des contraintes qui réduisent ou neutralisent les questions socialement vives dans la pratique……67
Le cas de la posture enseignante au cours d'un débat argumenté……70
III. Questions socialement vives : comment caractériser les incertitudes des technosciences controversées ?……74
a. « Vivre dans un monde incertain »……74
1. La brèche fondatrice du débat épistémologique……74
2. Le temps des incertitudes……75
b. Définitions……76
1. Ce que nous dit l'étymologie……76
2. Une clarification nécessaire : incertitude ou risque ?……77
Critique de l'appropriation instrumentale de la notion de risque……77
Pour une lecture épistémique et socio-politique de la notion d'incertitude……80
c. Étape intermédiaire : tentative d'identification des différentes formes d'incertitude dans un régime de technosciences controversées……82
1. Une identification des différentes formes d'incertitudes à partir de points de vue croisés en sociologie……82
2. Les formes d'incertitudes socio-épistémiques des technosciences controversées ……83
d. Éducation aux sciences et incertitudes……88
1. Une focale pour l'instant orientée sur l'incertitude épistémique……88
2. De l'intérêt éducatif d'une éducation aux incertitudes……89
3. Éducation aux incertitudes et posture des enseignants……92
e. L'exemple extrême du traitement des déchets nucléaires à haute activité ……94
1. Contextualisation……94
2. À la base de l'incertitude : une temporalité inouïe……95
3. Un problème aux réponses potentielles, multiples, évolutives……95
4. Une question vive au cœur de l'actualité……97
5. Des incertitudes à tous les niveaux… génératrices de vivacité……98

6. Imaginons un cours de physique, dans un lycée de Bar-le-Duc……99

Bibliographie du chapitre 1……101

/ CHAPITRE 2 / Problème, posture, méthode(s)……107

IV. Problématisation……109

V. Ma posture de recherche : engagement & épistémologie……111

a. La pratique d'une science engagée……111

1. Comparaison et clarification……111
2. Mettre en mots ma posture : cheminement et valeurs……113

Engagement(s) par et pour l'écologie politique……113
De la communication des espaces naturels protégés à la didactique des questions socialement vives……115

b. De la nature attribuée au savoir produit……116

1. Considérations philosophiques autour du relativisme……116
2. Critiques à l'encontre du relativisme……118
3. "Nous" ou "je" ? Une question grammatico-épistémologique……121

VI. Méthode(s) d'enquête……124

a. De mon bricolage socio-anthropologique……124

1. Pour une définition épistémologique de la méthode……124
2. Projet PARRISE : une double activité pour une posture différenciée……125
3. Terrains d'enquête……128
4. Méthodes de recueil et types de données……129

b. Une approche compréhensive dans le travail de terrain……130

1. Enjeux et principes de l'approche compréhensive……130
2. Les conditions concrètes de discussion……132

c. Méthodes d'analyse et d'interprétation des données……133

1. Contextualisation socio-épistémologique de la question……133
2. Mécanisme analytique……134
3. Mécanisme interprétatif……137
4. Boucler l'approche compréhensive par une discussion collective ?……139

Bibliographie du chapitre 2……141

/ CHAPITRE 3 / La question vive de la transition agroécologique ……145

I. La transition agroécologique : une contextualisation socio-épistémologique……147

a. Contexte et constats……147

1. Perspective historique…147
2. Les effets de la « révolution verte »…149
3. Nourrir l'humanité : un enjeu de production ou de répartition ?…150

b. Des définitions de la transition agroécologique…153

1. Au niveau global, une triple définition…153
2. La nomination tardive de l'agroécologie en France…155
3. Une définition pratique : les différents « principes » de l'agroécologie…161
4. Pour une vision transformatrice de l'agroécologie : mon dénouement des nœuds de la controverse…163
5. La notion de transition…167

II. Des incertitudes socio-épistémiques de la transition agroécologique …173

a. Le cas du rapport de l'INRA sur l'agriculture biologique…173

b. Comment appréhender l'avenir incertain des agroécosystèmes ?…176

Bibliographie du chapitre 3…180

/ CHAPITRE 4 / L'enquête de terrain. Compte-rendu, analyse, discussion…185

I. Incertitudes autour de l'enseignement de la transition agroécologique : une comparaison de référentiels de l'enseignement agricole et de l'éducation nationale…187

a. Composition du corpus des référentiels…187

1. Principe de composition…187
2. Liste des documents analysés…188

b. Méthode d'analyse du corpus des référentiels…190

1. Un travail de contextualisation livrant des premiers indices…190
2. Une caractérisation volontairement large autour des incertitudes socio-épistémiques…190

c. Résultats de l'analyse des référentiels…193

1. Positionnement épistémologique…193
2. Liens disciplinaires…194
3. Le langage de l'incertitude…196
4. Rapport à la complexité…198
5. Documents portant sur la « mobilisation de l'École pour les valeurs de la République »…199

d. Visibilité des incertitudes et cultures éducatives différenciées…200

1. Trois pôles de visibilité des incertitudes…200
2. Des cultures éducatives qui potentialisent l'exploration des incertitudes ?…201

II. Explicitation des contextes de formation....203
a. La démarche d'enquête....203
b. Un dispositif de la démarche d'enquête : la cartographie de controverse....206
c. La pluridisciplinarité/interdisciplinarité, toile de fond de la démarche d'enquête en enseignement agricole....209
III. Classification des données de l'enquête de terrain....212
a. Discussions....212
b. Productions écrites....214
c. Autres types de données....215
IV. Catégorisation du contenu des discussions....216
V. Analyse interprétative....226
a. Incertitude socio-épistémique : une notion intangible et polysémique 226
1. Intangibilité....226
2. Convergences thématiques autour de l'usage du terme "incertitude"....228
3. Des significations plurielles pour une compréhension actualisée des incertitudes socio-épistémiques....231
Incertitude quant aux impacts potentiels....231
Incertitude quant aux réponses et solutions possibles....232
Incertitude épistémologique....234
Incertitude quant à la construction d'un positionnement....239
Incertitude d'enseignement....240
Des formes d'incertitudes socio-épistémiques : une compréhension renouvelée....240
b. Des pratiques et des objectifs informationnels ambivalents en contexte incertain....244
1. Convergences thématiques autour du rapport aux sources....244
2. Un rapport aux sources structuré d'emblée par une posture professionnelle. .246
3. La difficile appréhension de la complexité....247
4. Construire une stratégie informationnelle en contexte incertain....249
L'appréhension de la complexité au niveau individuel....249
Un processus d'appréhension collective de la complexité....253
La pertinence du dispositif de la cartographie....255
La construction du point de vue enseignant s'effectue dans la progression de l'enquête : un autre basculement de la posture enseignante....257
5. Le rapport aux sources entre les murs de la classe....259
c. Le rapport à la certitude chez les enseignants : une question de légitimité professionnelle....261
1. Les sous-catégories de la thématique « Enseigner les questions vives »....261
2. Intérêts éducatifs et intentionnalité d'enseignement des questions socialement vives....263
3. Le contrôle de la classe....264
Gérer la vivacité, créatrice d'inattendu....264

Un basculement de la posture enseignante…265
Le manque de temps…266
Un éloignement des contenus du programme…267
4. La maîtrise du savoir…267
L'insécurité épistémique des enseignantes…267
Un impératif de résolution des questions vives…269
5. Éduquer à penser et agir en contexte incertain…270
Le deuil de l'exhaustivité épistémique…270
Du pouvoir-agir en contexte incertain…273
Étude de cas sur le travail de scénarisation d'un groupe d'enseignants-stagiaires de l'enseignement agricole…275
d. Expérience & incertitude : une revue des parcours professionnels…279
e. Synthèse des éléments de comparaison entre enseignement agricole et éducation nationale…282
VI. Discussion & préconisations pour une éducation aux incertitudes 285
a. Éducation aux incertitudes et enseignement des questions socialement vives…285
1. Une écologie de l'action pour affronter les incertitudes…285
2. L'appréhension des incertitudes dans les raisonnements socio-scientifiques. .286
3. Quelles configurations didactiques pour une éducation aux incertitudes ?…288
b. Des préconisations pour former à éduquer aux incertitudes…292
1. Scénarios du futur et démarche d'enquête : premières pistes…292
2. Une formation contribuant au développement d'une éducation aux médias critique…297
3. Neutralité ou impartialité ? La déontologie enseignante dans l'éducation aux incertitudes…301
Bibliographie du chapitre 4…305
/ CONCLUSION générale…311
Une tentative synthétique…311
Ce qui reste…314
L'esquisse d'une éducation à l'incertitude : perspectives pointillées…315
Le grand méchant loup de l'incertitude…316
Remerciements…319
Summary of the thesis…323
Résumé de la thèse…324

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Représentation basique du "Cynefin framework" (Kurtz & Snowden, 2003, dans Christensen & Fensham, 2012, p. 759)…….90

Tableau 2. Localisation des formes d'éducation aux sciences dans la matrice du "Cynefin framework" (Kurtz & Snowden, 2003, dans Christensen & Fensham, 2012, pp. 761-762)……..91

Tableau 3. Les postures de recherche engagée et leurs implications……110

Tableau 4. Les terrains de mon enquête……126

Tableau 5. Méthodes, techniques et types de données……128

Tableau 6. Les principes « historiques » de l'agroécologie selon Stassart et al. (2012)……159

Tableau 7. Les principes «méthodologiques » de l'agroécologie de la SAD selon Stassart et al. (2012)……160

Tableau 8. Un principe « méthodologique » et les principes « socio-économiques » de l'agroécologie du GIRAF selon Stassart et al. (2012)……161

Tableau 9. Le corpus des référentiels analysés……186

Tableau 10. Analyse comparatiste du corpus……189

Tableau 11. Les éléments constitutifs des phases de la démarche d'enquête socio-scientifique (Simmonneaux et al., 2017)……202

Tableau 12. Classification des discussions……209

Tableau 13. Classification des productions écrites……211

Tableau 14. Les thématiques de catégorisation du contenu des discussions individuelles sollicitées……216

Tableau 15. Sources d'information déclarées par les enseignantes……246

Tableau 16. Intérêts éducatifs et intentionnalité d'enseignement déclarées par les enseignants ……259

Tableau 17. Les parcours scolaires et professionnels des enseignantes……275

Tableau 18. L'appréhension des incertitudes dans les stratégies didactiques……286

Tableau 19. Le dispositif des scénarios du futurs dans la démarche d'enquête socio-scientifique ……291

LISTE DES FIGURES

Figure 1. « Educational priorities and pedagogies beyond SSI education » (Simonneaux, 2014) ……51

Figure 2. Le paradigme de la rupture et le processus de vulgarisation scientifique……55

Figure 3. « La gestion des rapports aux savoirs dans l'enseignement : savoirs de référence, savoirs sociaux et savoirs scolaires » (Legardez & Simonneaux, 2006, p. 21)……62

Figure 4. Les axes de compréhension de l'incertitude scientifique dans un contexte éducatif selon Kirch (2012)……88

Figure 5. Les critères de la classification des déchets en France (Wikimedia Commons)94

Figure 6. Les voies de l'agroécologie (Léger 2012)……159

Figure 7. « Temporal changes in scale and dimension in the definition of agroecology of the food system » (Wezel et al., 2009, p. 510)……163

Figure 8. « Multi-level perspective on transitions (adapted from Geels, 2002, p. 1263) » (Geels & Shot, 2007, p. 401)……167

Figure 9. La démarche d'enquête socio-scientifique……202

Figure 10. Arborescence des catégories et sous-catégories thématiques……215

Figure 11. Convergences de la catégorie thématique « Parler incertitude » avec les autres catégories ou sous-catégories thématiques……226

Figure 12. Les territoires de l'incertitude, une actualisation de mon approche théorique par les résultats de l'enquête……238

Figure 13. Convergences des sous-catégories thématiques « Chercher l'information » et « Traiter l'information » avec les autres catégories ou sous-catégories thématiques…241

Figure 14. Composition des sous-catégories thématiques de la catégorie « Enseigner les questions vives »……258

Figure 15. Support de représentation de la complexité des raisonnements socio-scientifiques (Morin, 2013, p. 114)……283

Figure 16. « Les trois pôles des configurations didactiques » (J. Simonneaux, 2011, p. 147) 287

Notes sur les choix techniques et langagiers de ce mémoire de thèse

1. Les typographies utilisées pour l'écriture de ce mémoire de thèse sont la *Negotiate* et la *Linux Libertine*[1]. Cette dernière famille de police a été choisie d'une part pour sa finesse d'empattement, qui présente le double avantage de l'intérêt esthétique et de la limitation de la consommation d'encre à l'impression, et d'autre part pour la démarche dans laquelle s'inscrivent ses créateurs, à savoir une démarche de type "logiciel libre" où les savoirs et productions sont partagées, dans un but non-lucratif, au profit de l'intérêt collectif et d'une logique de coopération entre les internautes.
2. Dans la même optique, le logiciel de traitement de texte utilisé pour la mise en page de ce mémoire est LibreOffice, un logiciel libre.
3. Ce mémoire a été imprimé avec un interligne simple ainsi qu'en recto-verso, divisant ainsi par plus de deux la quantité de papier nécessaire à son impression.
4. Dans l'écriture de cette thèse, je m'inscris consciemment en désobéissance vis-à-vis de certaines des conventions élaborées par les institutions de la langue française, notamment celle perpétuant une forme de domination que je considère comme inacceptable : la primauté du masculin sur le féminin dans l'accord des adjectifs et des verbes. L'histoire de l'orthographe est instructive à ce sujet, puisque c'est Claude Favre de Vaugelas qui, en 1647, aux balbutiements de l'Académie Française, propose d'imposer la règle de domination du masculin. Exactement un siècle plus tard, le grammairien Nicolas Beauzée écrit que « le genre masculin est réputé plus noble que le féminin à cause de la supériorité du mâle sur la femelle »[2]. C'est ensuite en 1882, alors que l'instruction publique est en passe de devenir obligatoire, que l'État officialise cette règle dans les contenus d'enseignement[3]. Alors, si l'on peut souhaiter que les institutions évoluent enfin face à cette question vive[4], j'ai

---

[1] La typographie *Linux Libertine* est téléchargeable librement sur le site http://www.linuxlibertine.org/, plate-forme numérique sur laquelle de nombreuses informations annexes à propos du projet "Libertine Open Fonts" sont également disponibles.

[2] Beauzée Nicolas (1767). *Grammaire générale ou Exposition raisonnée des éléments nécessaires du langage : pour servir de fondement à l'étude de toutes les langues*, livre III, chapitre VII « De la Concordance », tome II, p. 358, disponible sur <http://gallica.bnf.fr/>.

[3] Pour davantage d'éléments concernant la passionnante histoire du genre dans l'orthographe et la grammaire, voir : Viennot Éliane (2014). *Non, le masculin ne l'emporte pas sur le féminin !*, Paris : IXe éditions.

[4] Question qui ressurgit ainsi régulièrement en fonction du calendrier des réformes de l'orthographe, provoquant des joutes intellectuelles entre politiques, membres de la communauté académiques, parents d'élèves, historiennes, etc., dont on trouve un résumé d'étape daté de 2012 ici : Chemin Anne (14/01/2012). « Genre, le désaccord », LeMonde.fr, disponible sur <http://www.lemonde.fr/culture/article/2012/01/14/genre-le-desaccord_1629145_3246.html>.

décidé d'utiliser deux principes rédactionnels en décalage avec les règles "officielles". Le premier consiste en l'utilisation de la *règle de proximité* qui consiste à accorder le genre de l'adjectif avec celui du nom qui le qualifie le plus proche, ainsi que le verbe avec son sujet le plus proche également. Cette règle était celle qui était majoritairement utilisée jusqu'au XVIIe siècle et me semble bien plus logique. Par exemple, j'écris dans la première note de ces préalables : « *où les savoirs et productions sont partag**ées*** », quand j'aurai dû écrire « *où les productions et savoirs sont partag**és*** », en fonction du genre du sujet le plus proche du verbe. Le second principe consiste à arrêter de considérer que l'accord des noms au masculin fonde systématiquement un nom générique. En langue française, le genre neutre n'existe pas. Alors, « le masculin n'est pas plus neutre que le suffrage n'a été universel jusqu'en 1944 »[5]. Pour qualifier des qualificatifs génériques, j'utiliserai donc soit des noms épicènes (qui ont la même forme au masculin et au féminin), soit de manière aléatoire (alternativement au fil de l'écriture) le genre masculin ou féminin. Dans la quatrième note de bas de page de ces préalables, je dis ainsi « *académiques, parents d'élèves, **historiennes*** », où ce dernier nom désigne les historiens et les historiennes en général. Par souci de ne pas alourdir inutilement l'écriture et la lecture, je préfère en effet utiliser un genre aléatoire pour désigner un groupe générique plutôt que de préciser à chaque fois « *les historiens et les historiennes* ». C'est le même argument qui m'incite à ne pas faire le choix du point médian. Les discussions concernant les choix de l'écriture inclusive sont passionnantes et il y aurait bien davantage à dire sur le sujet. Ici, je propose simplement de relater les choix qui sont les miens. Ils sont loin d'être parfaits et je m'en suis rendu compte à plusieurs reprises dans l'expérience de l'écriture de ma thèse (des applications contradictoires de ces choix peuvent notamment être relevées ici ou là). Ceci-dit, en attendant de pouvoir continuer à avancer collectivement dans cette réflexion, ils ont le mérite d'exister et de proposer autre chose qu'une langue intrinsèquement sexiste dans la structuration de ses normes.

5. Ce mémoire de thèse a été rédigé à la première personne du singulier. J'ai en effet souhaité utiliser le "je" dans mon écriture, par souci de cohérence avec ma posture de recherche. Les arguments qui justifient ce choix sont détaillés dans deux parties : « Les sciences peuvent-elles être engagées ? » (partie II du chapitre 1) et « "Nous" ou "je" ? Une question grammatico-épistémologique » (partie I du chapitre 2).

6. Dans la même logique, les deux choix suivants relèvent de la volonté de réfléchir aux normes et conventions langagières et de pouvoir s'en départir lorsque leur justification ne m'apparaît pas désirable. J'ai ainsi décidé de ne pas mettre en italique les expressions issues du latin (si nous les utilisons encore de façon courante, c'est bien qu'elles font partie de notre langage moderne et qu'il n'y a donc pas besoin de les essentialiser). J'ai également traduit toutes les citations issues d'ouvrages anglophones en français, privilégiant la lisibilité de mon texte à l'apparent prestige de la maîtrise linguistique. Les longues citations sont toutefois disponibles en note de bas de page pour celles et ceux qui souhaiteront accéder à la citation originale.

[5] « Guide pratique pour une communication publique sans stéréotype de sexe » (novembre 2015), *Haut Conseil à l'Égalité entre les femmes et les hommes*, p. 8.

/ INTRODUCTION générale

Incertitude poétique, incertitude économique

Je ne peux relater clairement pourquoi la focalisation de mon travail doctoral s'est portée sur l'incertitude. Auparavant, je crois me souvenir que c'est la poésie qui m'y avait confronté. La signification des textes poétiques est soumise à l'indétermination. Un texte peut être lu, puis relu, et accepté selon des sens différents. Ces sens seront légitimes, parce qu'ils existeront dans l'activité de lecture, de discussion, de relecture, de réécriture, de partage des significations. C'est ce qui m'a toujours plu dans le genre poétique : pouvoir dire, sans imposer par évidence, par prétention d'objectivité. Lorsque j'ouvre un recueil, je suis saisi par ce frisson de l'inattendu. Malgré le titre, malgré la quatrième de couverture, malgré la connaissance potentielle de l'auteure, malgré tout le système de significations qui peut entourer un ouvrage poétique, sa réception restera indéterminée. En lisant Siméon, j'ai ensuite mis des mots sur cette sensation. Siméon affirme que c'est l'ouverture sémantique qui caractérise l'incertitude poétique.

> « La poésie relève d'abord d'un principe premier et fondateur d'incertitude. Elle est donc d'abord un scepticisme, je veux dire une quête de l'ouvert qui récuse l'immobilisation tant dans le pessimisme arrêté que dans l'optimisme béat. Elle naît du pressentiment que toute vue des choses, toute nomination, tout concept, toute définition, pour indispensables qu'ils soient, tendent à clore le réel et à en limiter la compréhension. Là où l'histoire humaine, par nécessité, organise, classe, catégorise, fixe et ordonne, elle récuse la segmentation et l'immobilisation du sens. Tout poème est un démenti à la donnée immédiate et objective puisqu'il se donne pour fonction de rendre sensible, donc perceptible, ce que l'évident obnubile. » (Siméon, *La poésie sauvera le monde*, Le Passeur, 2015, pp. 26-27)

À partir de là, en prêtant davantage attention à ce « principe premier » d'incertitude qui me semblait au départ très intangible, j'ai pu constater qu'il était un motif récurrent dans la création artistique. Par la négative, Bennett l'exprime dans le poème d'ouverture de ses *Poèmes évidents* (2015, p. 9).

> « Ce poème est autonome
> et auto-suffisant.
>
> Il ne nécessite ni commentaire critique
> ni explication d'aucune sorte
> pour véhiculer son sens,
> qui est évident.
>
> Ne dépassant pas une page,
> il convient tout à fait
> à la publication en revue
> comme en anthologie.
>
> Il peut se lire d'une seule traite
> et n'éprouvera pas outre mesure le lecteur ou l'auditeur
> car il n'a besoin ni ne profite d'aucune
> réflexion excessive d'après-lecture. »

De la même manière, nous pourrions ironiquement imaginer un texte à visée scientifique « autonome », « auto-suffisant », dénué de toute forme d'incertitude, ne

nécessitant ni réflexion ni discussion au sein de la communauté scientifique ou de l'espace social, adapté aux normes de la publication, mettant à disposition une vérité prête-à-consommer.

Il existe un autre domaine où le motif de l'incertain est récurrent, mais mobilisé selon une signification bien différente : le secteur économique. Une saisie du mot-clef "incertitude" dans le moteur de recherche Google Actualités[6] renvoie vers des articles journalistiques traitant en grande majorité d'économie (les autres relèvent plutôt du domaine sportif et du domaine géo-politique, et il y aurait d'ailleurs bien des choses intéressantes à en dire). Les mouvements boursiers semblent sensibles à l'état d'indétermination et l'incertitude s'appliquer à des facteurs d'influence des dynamiques économiques : « les taux d'intérêt plus élevés et l'incertitude persistante autour des relations commerciales combinés à la montée continue des prix du pétrole alimentent l'idée d'une augmentation de l'inflation »[7]. Dans tous les cas, ce qui est nommé incertitude est vu comme une menace à la prospérité. Dans le secteur énergétique, « cette incertitude sur le niveau du prix du pétrole dans le futur est malheureuse »[8]. Chez Air France, en raison des mouvements sociaux et des actions de grève, « c'est une période pleine d'incertitudes qui s'ouvre pour la compagnie aérienne française »[9]. Dans le prisme économique, un des moyens de combattre cette incertitude vue comme dangereuse est de promouvoir la stabilité géo-politique, beaucoup plus favorable à la stabilité du climat des affaires et à la croissance du commerce. Par exemple, la capacité de renseignement (d'espionnage) d'un État ou d'un milieu économique est vue comme une arme possible, notamment parce qu'« on attend [du renseignement] une capacité d'anticipation et une réduction de l'incertitude »[10].

Mais quelle est donc cette incertitude, principe poétique de libération du sens dans un cas, grave menace sur les intérêts économiques dans l'autre ? Faudrait-il la provoquer ou bien la craindre ? Apprend-on à la chercher ou à l'éviter ? Une discussion de comptoir (ceci n'est pas une expression péjorative) suffirait pourtant à se mettre d'accord sur le fait que cette incertitude est inévitable. Principe ontologique, elle présuppose la fragilité de la vie. Contenue dans la part indéterminée de nos relations sociales, de nos choix, de notre condition, nous y sommes tous confrontés. Elle s'entremêle avec des mots proches, dont les significations se croisent : doute, hasard, sérendipité, risque, inquiétude, indécision, irrésolution, inconstance, instabilité, ignorance… Un des enjeux de ma recherche sera de signifier la notion d'incertitude dans le domaine scientifique qui est le mien.

---

6 Menée pour ma part le 19/05/2018.

7 « Bourse : "une incertitude généralisée" », *les affaires*, 17/05/2018, <http://www.lesaffaires.com/bourse/revue-des-marches/bourse-une-incertitude-generalisee/602778>.

8 « Économie : pétrole, une "incertitude malheureuse" », boursier.com, 11/05/2018, <https://www.boursier.com/actualites/macroeconomie/economie-petrole-une-incertitude-malheureuse-764900.html>.

9 « Air France : la grève continue, la compagnie plonge dans l'incertitude », RFI, 06/05/2018, <http://www.rfi.fr/economie/20180506-air-france-greve-continue-compagnie-plonge-incertitude>.

10 « Le renseignement contre l'incertitude, France Inter, 07/05/2018, <https://www.franceinter.fr/emissions/la-marche-de-l-histoire/la-marche-de-l-histoire-07-mai-2018>.

Incertitude agricole

L'agriculture est également soumise à ce principe d'incertitude. Dans les variations météorologiques, dans la valorisation économique de ses productions, dans la représentation sociale de son travail, dans les conséquences des ses pratiques, dans la définition des orientations politiques, le paysan est constamment confronté à l'incertitude. Ainsi la filière porcine se trouve-t-elle au milieu du gué (ou, plutôt, du tas d'algues vertes), « entre incertitude et espoir »[11]. Cela voudrait-il dire qu'il n'y a guère d'espoir dans ce qui est incertain ?

Dans un travail de projection dystopique[12] de l'agriculture (*Dystopia*, 2015)[13], Brunet et Herman proposent une série de photographies au réalisme étonnant, imaginant une société technologiquement proche de la nôtre.

Brunet & Herman, Dystopia*, 2015*

Celle-ci évoque par exemple ce qui pourrait advenir si la déconnexion entre les milieux ruraux et milieux urbains continuait à s'accentuer. Ou, dans une autre hypothèse, si la destruction des écosystèmes réduisait drastiquement les milieux de vie favorables au développement des espèces végétales. Outre l'aspect humoristique

[11] « Porc : entre incertitude et espoir », Paysan Breton, 30/01/2015, <https://www.paysan-breton.fr/2015/01/porc-entre-incertitude-et-espoir/>.

[12] La dystopie est définie comme l'opposée de l'utopie, elle-même définie par le Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales comme une construction imaginaire destinée à faire le récit d'une « société future idéale, qui réaliserait le bonheur de chacun ».

[13] Je dois ici remercier Danielle*, enseignante d'éducation socio-culturelle, qui m'a fait découvrir ce travail.

de la scène, imaginer des hordes de touristes aller, par cars entiers, photographier le dernier arbuste de la région maintenu artificiellement en vie sous une cloche a quelque chose d'effrayant. Mais le caractère improbable du tableau incite aussi à se questionner : qu'est-ce qui pourrait amener une telle situation à devenir probable ? Comment pourrions-nous l'éviter ? Avec quelles conséquences ? La seconde photographie que je présente ici procède du même mécanisme imaginaire et interrogatif, mais décale le regard vers le rôle des sciences.

Brunet & Herman, Dystopia*, 2015*

Là encore, il y a quelque chose de terrifiant dans l'idée d'une vache-cobbaye, équipée d'un hublot pour laisser voir ce qui se passe dans ses entrailles, branchée à des instruments de mesure par de multiples tuyaux et autres dispositifs de production numérisée de données. Et qui sont ces hommes, dont on ne sait trop s'ils sont scientifiques ou agriculteurs, réduisant l'animal à une simple interface biologique ? Pourrions-nous un jour leur ressembler ? Ne leur ressemblons-nous pas déjà, sous certains aspects ? Derrière la série d'interrogations affleurent des incertitudes qui renvoient notre agriculture à des questions présentes, à propos des biotechnologies, de notre rapport à la dignité animale et de la place des chercheurs et des agriculteurs. D'autres récits renvoient à des futurs cette fois-ci utopiques et présentent un avenir agricole plus désirable. C'est notamment le cas de cet extrait, l'ensemble du récit étant basé sur le scénario Afterres 2050 du cabinet d'études Solagro.

> « Laurence a commencé sa carrière chez Lactalis, premier groupe laitier mondial il y encore vingt ans. Le lait synthétisé en laboratoire faisait sa fortune. Mais une bactérie a contaminé tous les stocks, provoquant la faillite de la compagnie. La jeune femme a donc décidé de quit-

> ter la ville pour devenir paysanne. Son mari instituteur l'a suivie : pas difficile de trouver un poste dans les écoles de campagne, en cette période d'exode urbain. » (Astier, « Agriculture et climat se réconcilient : en 2050, l'utopie ! », *Reporterre*, 2015)[14]

L'agriculture imaginée par Astier a proscrit les produits phytosanitaires, distribue ses produits par des circuits locaux et s'organise sur la base de l'équité sociale. Si l'horizon proposé par ce récit ne ressemble pas à celui photographié par Dystopia, les questions posées sont constantes : comment ces avenirs potentiels nous renvoient-ils à nos présents ? Quels processus pourraient nous amener à une telle société et quelles seraient alors les rôles à jouer dans l'arène sociale ? Et où se situeront les sciences dans les différentes transitions possibles ?

La structure de ma thèse

Le fait d'axer ma réflexion sur la question agricole est un choix. D'une part, un choix lié au contexte institutionnel dans lequel j'ai enquêté, entre enseignement agricole et éducation nationale, et qui a facilité mon travail. Et, d'autre part, un choix politique. Je l'exposerai ultérieurement (notamment dans le chapitre 2) mais la vivacité ressentie de la question agricole a suscité et suscite encore chez moi un fort engagement. En présentant dans cette introduction les deux pendants de mon approche, la notion d'incertitude et la question de la transition agricole, je cherche à rendre compte de l'articulation théorique progressive du problème que je me propose d'étudier, à laquelle il faut adjoindre l'horizon éducatif. Quel écho ont les questions précédemment posées à l'intérieur d'une salle de classe ? Quel rôle peut se donner l'École dans les processus de transition ? Où se situe la capacité des enseignantes à gérer les incertitudes qui constituent intrinsèquement ces transitions ?

Voilà donc mon cheminement entamé. Dans cette thèse, vous pourrez lire quatre grands chapitres relatant l'avancée de mon enquête. Je vous en livre ici, en quelques phrases, les lignes générales, pour que vous puissiez naviguer selon votre bon vouloir dans le compte-rendu écrit de ces quatre années de travail.

- *Chapitre 1 : approche théorique*. Dans un premier temps, je structure dans une revue de littérature scientifique les trois piliers de ma problématisation que sont la caractérisation des technosciences (le régime de savoir dans lequel nous vivons), les enjeux éducatifs liés à ce régime de savoir et aux conséquences sociales et écologiques qu'il provoque, et une tentative d'identification des formes d'incertitude en présence et de leurs traitements éducatifs possibles.
- *Chapitre 2 : problème, posture, méthodes*. Ce chapitre interroge ma position sociale de chercheur par rapport au problème posé. Il détaille dans un second temps la méthode que je me donne, sur la base d'une réflexion épistémologique, pour tenter d'y répondre. Dans un souci de cohérence, il étaye aussi les choix que j'ai pu opérer sur ma manière d'explorer, d'observer, de discuter avec les enseignants, d'écrire mes interprétations et de tracer des perspectives scientifiques.
- *Chapitre 3 : la question vive de la transition agroécologique*. Je reviens dans ce troisième chapitre sur la question de la transition agricole, reformulée en transition agroécologique. J'y repère les lignes de force, les nœuds et les

[14] Disponible sur <https://reporterre.net/Agriculture-et-climat-se>.

zones de vivacité de la transition pour mieux interroger ensuite les phénomènes de confrontations à ses incertitudes dans les postures des enseignants et dans la représentation qu'ils s'en font.

- *Chapitre 4 : l'enquête de terrain. Compte-rendu, analyse, discussion*. Dans ce quatrième chapitre, je détaille les résultats de mon enquête de terrain auprès des enseignants en situation de formation. Je reviens notamment sur la façon dont j'ai procédé pour produire les conclusions aux questions de recherche que je me pose, et discute ces conclusions. Sont mobilisées dans ce chapitre des traces, des indices, des données construites lors de mon expérience de terrain.

/ CHAPITRE 1 /

Approche théorique

I. Les contours des technosciences : défis socio-politiques d'un régime de savoir

Où il est question de techniques et de sciences, de régimes, de critique, d'une clôture, non pas agricole mais conceptuelle, de risques, de progrès, de modernité, et, même, d'un congrès de mathématiques.

a. Le régime de savoir des technosciences

1. L'ère des technosciences, tentative de définition

Lorsque l'on évoque la science, ses modes de productions et son rapport à la technique, le terme utilisé par une partie des chercheurs en sciences sociales est celui de *technoscience*. Ce terme, usité dans des contextes d'énonciation divers, fait appel à des sens très différents. Afin de mieux définir le cadre théorique sur lequel va se baser ma réflexion, il me semble donc indispensable de préciser l'origine de sa définition, ce qu'elle signifie pour moi et la manière dont je l'utiliserai.

En France, Hottois (Hottois, 2006) considère qu'il y a eu deux relais principaux au terme de technoscience, qu'il aurait lui-même introduit. Le philosophe Jean-François Lyotard d'abord, considérant pour sa part que l'émergence de la technoscience serait un des éléments caractéristiques de notre post-modernité. Bruno Latour, ensuite, aurait diffusé le terme dans son ouvrage *La science en action* (Latour, 1989), puis « la rumeur, entretenue de livre en livre » (Hottois, 2006, p. 25) lui aurait ensuite adressée la paternité. Pour Hottois, il coexiste diverses significations de la technoscience, plusieurs courants scientifiques - de la philosophie matérialiste au socioconstructivisme - s'étant appropriés le terme depuis les années 1980. Pourtant, l'auteur affirme qu'il ne l'aborde pas comme un concept : la notion de technoscience serait pour lui « un symbole, un signe de reconnaissance, un « cri de ralliement » (Hottois, 2006, p. 28) propre à certains courants. Pour certains en effet, la désignation de la technoscience servirait d'outil critique et permettrait d'illustrer l'instrumentalisation de la science par le néo-libéralisme. Pour d'autres, la technoscience serait une nouvelle ère bénéfique de rapprochement entre la sphère scientifique et la sphère de l'innovation entrepreneuriale. Au milieu de ces débats socialement situés et influencés par des perspectives théoriques diverses, sur quelle définition me baser ? Comment, dans mon approche sciences-sociétés, utiliser cette notion ?

À partir de ces réflexions et de quelques références (Bensaude-Vincent, 2009 ; Hottois, 2006 ; Latour, 1989) voici ce qui représentera pour moi une caractérisation de la technoscience pertinente pour ma perspective de recherche :

1. Les modes de productions du savoir scientifique ont connu des mutations profondes et accélérées depuis les années 1970 : les liens entre la sphère scientifique et la sphère économique se sont notamment resserrés, la recherche étant de plus en plus financée par des fonds provenant d'acteurs privés. Comme le démontre Lévy-Leblond (1996), il existe un glissement du financement de la recherche, glissement qu'il qualifie de « paradoxe économique ». D'une part, la recherche fondamentale est de plus en plus « liée au système technique et industriel », tout en perdant de son importance économique et de ses ressources publiques. D'autre part, la recherche appliquée, techniquement utilisable, prend de l'importance et tire des moyens de plus en plus importants du secteur privé. Habermas évoquait déjà cela, le mettant en lien avec la rationalisation de la production industrielle : « avec l'apparition de la recherche industrielle à une grande échelle, science, technique et mise en valeur industrielle se sont trouvées intégrées en un seul et même système » (Habermas, 1973, p. 43). Je peux donc parler ici d'un phénomène de *privatisation* de la recherche, ce qu'illustre en partie la brevétisation quasi-systématique des découvertes scientifiques et de leurs utilisations techniques.

2. La technoscience est aussi un phénomène de *convergence* entre la science et la technique : elle aurait provoqué la fin de « la distinction entre nature et société, sujets et objets, naturel et artificiel, qui structurait l'imaginaire appelé modernité » (Hottois, 2006, p. 26). La bombe atomique, les nouvelles techniques de géo-ingénierie, les nanotechnologies, etc, montrent que les progrès technoscientifiques mêlent à la fois le savoir à l'outil, mais estompent aussi complètement la frontière entre ce qui est inné et ce qui est techniquement construit par l'être humain. Dans le cas du génie génétique par exemple, le gène est à la fois le sujet d'étude et le dispositif technique qui va permettre de développer de nouvelles applications. Évoquant quant à lui le modèle de la cybernétique, Habermas (1973) considère que le progrès scientifique et le développement des techniques sont entrés dans une relation de « feed-back ». Pour lui, la dissociation qui existait autrefois entre l'université et les écoles d'ingénieurs, parallèlement à la distinction entre la science fondamentale et les applications techniques, n'est plus. En somme, la technique n'est plus l'utilisation appliquée et instrumentale des dernières avancées scientifiques et la science n'est plus une rationalité autonome, uniquement guidée par l'appétence de la connaissance et la volonté de compréhension des phénomènes qui régissent le monde : techniques et sciences sont imbriquées dans leur leur fonctionnement, leurs mutations, leurs finalités dans des dispositifs convergents et complexes.

3. La technoscience abolit le mythe de la science pure, jusqu'alors acquis comme une représentation d'une rationalité universelle qui décrivait objectivement le réel. La conception d'une « science en action » (Latour, 1989), telle qu'elle se fait, a fait sortir le savoir scientifique de cette dimension idéelle dans laquelle on l'inscrivait jusqu'alors. En effet, derrière chaque découverte scientifique, derrière chaque théorie, derrière chaque innovation technique, il y a un dispositif matériel, des acteurs, des représentations, des intérêts et des jeux d'influence. La production de la technoscience s'inscrit dans un réseau dense et complexe de ces éléments. En fait, toute découverte ou innovation

technoscientifique est *socialement située* : comme le résume Hottois, « le sujet, - acteur, moteur et, même, concepteur - de la technoscience est devenu irréductiblement pluriel, complexe, interactif, et inévitablement conflictuel » (2006, p. 29).

4. La *complexité croissante* – des dispositifs et des données de recherche – est une des caractéristiques de la technoscience. Ainsi, les modalités de production des savoirs ont évolué vers une hyperspécialisation des travaux : « Devant la complexité du monde, les sciences ont pour stratégie d'isoler progressivement certains secteurs » affirme Lévy-Leblond (1996, p. 13). Au sein même de certaines disciplines, la compréhension mutuelle des chercheurs quant à leurs travaux respectifs n'est plus acquise. Mais il n'y a pas que la stricte démarche scientifique qui se complexifie : en raison de la privatisation de la recherche, les acteurs de la technoscience sont également situés dans des réseaux humains, matériels, économiques voire politiques où les interactions et les prises de décision se sont complexifiées.

Ces quatre caractéristiques principales sont pour moi valables pour établir un cadre de réflexion, en guise de point de départ en tout cas. Mais qu'impliquent-elles à propos de mon sujet, en termes de complexité et de perception du risque ? De quelle manière cette approche de la technoscience pourrait être critiquée et avec quels apports ?

Ainsi, la première des conséquences de l'émergence de la technoscience est, pour Bensaude-Vincent, la subordination de la recherche au profit économique. À l'utilitarisme technique transformant le monde en « vaste scène expérimentale » (2009, p. 11) s'est adjoint un utilitarisme économique fort, à la faveur des réformes entreprises par les politiques néo-libérales – dont celles menées par l'administration Reagan aux États-Unis par exemple à propos du droit de propriété et de l'organisation des dispositifs universitaires. Les recherches que nous pourrions appeler "gratuites", uniquement fondées sur un objectif de connaissance et de pensée critique, sont alors marginalisées au profit d'axes de recherches plus facilement et immédiatement valorisables d'un point de vue économique. Dans plusieurs références, l'ère des technosciences est ainsi pensée comme une rupture, un changement radical par rapport à une organisation des modes de production scientifique considérée comme préexistante. Rupture avec le modèle de la recherche fondamentale et de l'intérêt brut de la connaissance, rupture avec le mythe de la science pure et universelle, rupture avec une économie de la connaissance et de l'éducation basée sur le financement public… La rupture est-elle aussi nette ? Le monde a-t-il basculé à un moment donné dans les technosciences ?

2. D'une conception de la rupture technoscientifique à un point de vue plus nuancé : le concept des régimes de savoir.

Pestre, historien des sciences, s'est beaucoup interrogé sur cet enjeu de rupture et de continuité. L'auteur tente ainsi de prendre du recul par rapport à une représentation trop linéaire des différentes périodes de production de la connaissance. Pour Pestre (2003) les deux modes de production correspondant à une « science pure », en tant que rationalité auto-légitimée comme supérieure aux autres formes de savoir, et à une « science en contexte », plus nuancée dans sa prétention au statut de vérité en

fonction de son environnement d'influence, ont en fait toujours coexisté. Aujourd'hui encore, alors que de nombreux chercheurs parlent de technoscience et de mise au pas totale de la science au profit d'intérêts privés, l'auteur réfute une représentation unie de ce phénomène : pour lui, « science ouverte » et « science privée » continuent d'avancer en parallèle, mais le second type de production scientifique tendrait à vouloir progressivement mettre le premier à son service. Il utilise lui aussi l'exemple des brevets pour illustrer l'élargissement de l'influence de la sphère marchande : nous irions en effet vers un « régime de production privé des biens technoscientifiques » (Pestre, 2003, p. 20). Car pour s'extraire d'une représentation trop manichéenne de la technoscience, Pestre utilise un concept qui me semble particulièrement opératoire pour mon cadre théorique, celui des *régimes des savoirs*. Pour lui, « il nous faut penser l'histoire des quatre ou cinq derniers siècles comme marquée par la succession de régimes de savoirs articulés sur des modes sociaux d'existence » (Pestre, 2003, p. 20). En d'autres mots, il faudrait considérer le savoir scientifique comme un savoir contextualisé, ayant été produit dans une position et dans un contexte socio-politique particulier. Au cours de l'histoire, les découvertes scientifiques sont toujours nées dans des enchevêtrements de pouvoirs et d'intérêts pluriels, en interaction avec des enjeux politiques, académiques et militaires divers. Ce que sous-tend cette notion va à l'encontre de la représentation occidentale historique de la science telle une vérité pure, neutre, objective et qui arriverait à séparer absolument les croyances des faits et les superstitions des théories, ayant de ce fait la prétention de décrire *réellement* le fonctionnement du monde. Au contraire, la notion de régimes de savoir instaure un caractère opératoire à un savoir scientifique, dans un contexte donné : si une théorie a été considérée à un moment donné comme vraie, c'est avant tout parce qu'elle était valable au sein du régime de production dans lequel elle a émergé. En filigrane, cette considération sous-entend que les acteurs de la recherche sont également situés dans un réseau d'interactions, lui-même constitutif du régime en question : « l'idée de régime postule l'interdépendance des activités humaines et l'existence d'effets systémiques qui saisissent toujours les sciences et les font advenir dans l'histoire » (Pestre, 2003, p. 36). Nous passons ici de la vision d'une science pure à la représentation d'une science "utile". Cette considération amène à nuancer bien des propos.

Parmi les nuances apportées par Pestre sur la base du concept de régime de savoir, citons les trois suivantes :

1. La description d'une technoscience totale, marchandisant toutes les formes scientifiques en rupture avec les périodes précédentes relèverait pour l'auteur d'une perception propre à l'analyse de chaque époque. Ainsi, « le sentiment de radicalité du changement est en fait une expérience très courante » (Pestre, 2003). À l'avènement de la Renaissance, au début du XXe siècle, entre les deux guerres mondiales, puis dans les années 1950, sans doute que les changements de régimes de savoir ont provoqué les mêmes analyses - souvent influencées par les vécus émotionnels - d'un monde en train de changer et, finalement, toujours dans une forme de rupture avec le précédent.
2. À partir du constat que tout savoir scientifique est contextualisé, l'auteur affirme que l'accélération du rythme de l'innovation est, dans l'analyse de la technoscience, moins fondamental que les modalités de sa *mobilisation* et de

son *émergence*. Le savoir développé par la science est une connaissance socialement construite, appropriée, rediffusée et ne prend corps, comme je le citais plus tôt, que via des « modes sociaux d'existence ». Alors, ce qui serait nouveau pour Pestre se situerait davantage dans la manière dont les savoirs scientifiques sont aujourd'hui placés au centre de notre société et dans la manière dont nous les mobilisons, en lien avec l'argument économique : « on a fait que le savoir le plus abstrait devienne un facteur *financièrement visible et direct de production* » (Pestre, 2003, p. 107). Le terme « *visible* » me semble ici particulièrement important. Le savoir scientifique a toujours été au cœur des intérêts sociaux mais le changement résiderait dans la visibilité et la place donnée à cette connaissance. Dans un monde où l'économie et la marchandisation, du fait de la domination idéologique du néo-libéralisme, tendent à s'imposer face aux autres formes d'organisations et de logiques sociales, le savoir est en effet une marchandise et un argument économique en soi, ce qui le rend d'autant plus visible et disponible pour les acteurs.

3. Enfin, je devrai me garder de tout réductionnisme en raison de la difficulté, dans une société complexe et mondialisée, à se faire une idée précise des modalités de production des différents secteurs de la recherche, de l'éducation, de l'armée et de l'industrie. Certes, des tendances dominantes existent et des phénomènes globaux sont à dégager, mais les nuances existantes entre le secteur de la santé, le secteur du numérique ou le secteur de l'armement, pour ne prendre que ces trois exemples, sont telles qu'il est difficile de dépeindre une théorisation valable pour l'ensemble de ces secteurs. Cette constatation est également valable pour les différentes régions du monde : en fonction des pays, des législations, des modèles politiques, de la culture aussi, les modes de production de la science sont grandement nuancés.

Ce constat critique n'est pas une attaque en soi envers le concept de technoscience, elle est davantage un enrichissement qui permet de la rendre plus opératoire et de décrire avec plus de précision les évolutions en cours. Surtout, ce constat est un appel à la contextualisation de ma réflexion. Oui la technoscience existe, oui les modes de production du savoir ont évolué depuis les années 1970, oui la marchandisation du savoir est un phénomène actuellement en cours, mais je garde en conscience le fait que différents régimes de savoir coexistent au sein de la technoscience. En parallèle de cette vague de privatisation de la recherche, les logiciels libres continuent ainsi leur développement, certains États augmentent le financement consacré à la recherche fondamentale et les sciences participatives deviennent progressivement un outil à part entière de récolte et de médiation des données. Je compte bien m'appuyer sur ces nuances et sur cette complexité pour mieux caractériser la question qui m'intéresse.

Je le constate dans cette première tentative : esquisser un cadre de définition communément admis de la technoscience est ardu. L'évolution en cours est bien plus qu'une simple convergence entre les sciences et les techniques : la convergence concerne aussi le réseaux des acteurs de la recherche et de l'innovation technique – même ceux qui gravitent autour du dispositif de production des technosciences mais n'en sont pas partie directement prenante – et leurs intérêts. La marchandisation de la recherche en est aussi une caractéristique prégnante et a pour corollaire

l'intégration pleine et entière de la création de savoir au sein du système de production économique. Enfin, complexité – des savoirs, des interactions entre acteurs et des réseaux d'influence et d'action – et visibilité sociale du savoir sont les deux dernières caractéristiques que je retiendrai de ce régime de savoir. Ce cadre définitionnel, je le garde à l'esprit tout en sachant que la domination d'un mode de production des connaissances n'est pas obligatoirement synonyme de disparition des autres régimes. La pluralité des approches de la technoscience doit par la suite m'amener à m'interroger : comment cette complexité influe-t-elle sur la représentation des technosciences en société ? Que signifie-t-elle en termes d'éducation aux sciences ? Si, comme l'affirme Hottois, « la technoscience a besoin d'une conscience », pas « simplement descriptive » mais « une conscience morale, capable de délibérer et de juger » (2006, p. 31), est-ce parce qu'elle semble aveugle, sans direction, et par conséquent véhicule une incertitude propice à la défiance ?

b. Sciences et sociétés : la fin d'un mythe, la fin d'une clôture

1. Les critiques de sciences

Pour qualifier le régime des technosciences, je souhaite retracer comment le statut de la science a évolué depuis la fin de la Seconde Guerre Mondiale et quels ont été les déclics qui ont fait passer la science du statut de vérité universelle à celui de vérités relatives et critiquées, ouvrant l'ère de la société du risque.

La sortie des années 1960 voit naître de nombreuses mobilisations ayant un rapport plus ou moins direct à la question du sens des technosciences pour les sociétés. La science est-elle obligatoirement vectrice de progrès ? Doit-on développer la technique pour la technique ? Pourquoi la production de la technoscience échapperait-elle à la démocratie ? Voilà autant d'interrogations posées en France par les mobilisations anti-nucléaires, les comités anti-amiante ou aux États-Unis par la publication de la revue *Science for the people* (*La science pour le peuple*)[15], des ouvrages comme *Silent Spring* (Carson, 1962)[16] ou *Science and Survival (Commoner, 1966)*[17]. Les liens entre recherche scientifique et production militaire, entre

[15] La revue *Science for the people* était éditée à partir de la fin des années 60 par le collectif de chercheurs "Scientists and engineers for social and political action" ("Scientifiques et ingénieurs pour l'action socio-politique) fondé en 1969 puis dissous en 1991. Constituée en partie de physiciens, le collectif voulait au départ s'opposer à la guerre menée par les États-Unis au Vietnam. Son action s'est ensuite recentrée autour d'une critique de l'aliénation des chercheurs vis-à-vis des acteurs politiques et économiques, d'une contre-expertise scientifique, et de revendications visant à définir la science comme un bien public (Debailly, 2013).

[16] Ouvrage publié en 1962 par la biologiste Rachel Carlson, *Silent Spring* s'intéresse à l'impact de l'usage massif des pesticides sur la biosphère. Outre les questionnements environnementaux, Rachel Carlson y critique le silence des autorités publiques face aux enjeux économiques et la mise au pas de la nature par le développement technique. Cet ouvrage est considéré comme l'une des prises de conscience qui a favorisé l'émergence des mouvements écologistes.

[17] Publié en 1966 par le biologiste Barry Commoner, cet ouvrage oppose des préoccupations environnementalistes avec une pensée critique de l'utilisation des savoirs et des techniques apparues pendant la Seconde Guerre Mondiale. Commoner critique la connivence entre pouvoir militaire et acteurs scientifiques, mais aussi le rôle joué par l'industrie de la chimie dans la

innovation technique et économie capitaliste, entre modes de production des savoirs et aliénation des travailleurs, en d'autres termes entre savoir et pouvoir, sont grandement réinterrogés par ces premiers mouvements critiques.

En France, les premières critiques des technosciences viennent aussi des scientifiques eux-mêmes. En janvier 1970, le physicien Lévy-Leblond, transforme une cérémonie de remise d'un prix scientifique qui vient de lui être attribué en tribune politique interrogeant l'enrôlement de la science pour des desseins qui ne sont à la base pas les siens, et créera ensuite en 1975 la revue *Impasciences*, revue de critique politique et sociale de la science. Pour lui, « nul ne conteste plus que la recherche scientifique, en effet, est une activité sociale parmi d'autres, tributaire du politique, de l'économie et, ô combien, du militaire » (Lévy-Leblond, 1996a). Un autre mouvement critique, « Survivre et Vivre », va fédérer plusieurs mathématiciens et physiciens dans la même optique, se révélant emblématique de cette phase dans l'histoire des enjeux sciences-sociétés. Pour Survivre et Vivre, les choses commencent en septembre 1970 à Nice, lors d'un congrès international réunissant des milliers de mathématiciennes (Pessis, 2014). Sonné par les discussions autour des applications militaires de leur recherche, quelques mathématiciens se regroupent et partagent leur point de vue sur un support papier, journal qu'ils nomment Survivre et qu'ils distribuent pendant le congrès. Grothendieck, l'une des figures du groupe à l'origine de la cabale, écrit alors : « cette collaboration de la communauté scientifique avec l'appareil militaire (...) est la plus grande honte de la communauté scientifique aujourd'hui. C'est aussi le signe le plus évident de la démission des savants devant leurs responsabilités dans la société humaine » (Pessis, 2014, p. 12). Dans la période post-Mai 68, le groupe de scientifiques émettra ensuite trois critiques principales envers les technosciences, à travers différentes parutions du journal *Survivre... et vivre*.

1. Leur première critique porte sur le fait que le progrès technique est trop souvent au service de l'aliénation des travailleuses. Cette idée naît sous double influence, d'une part celle de l'analyse marxiste majoritaire dans la gauche d'alors, mais également celles des penseurs hétérodoxes qui fonderont l'écologie politique tels que Gorz et Castoriadis et qui tentent de se réapproprier la pensée socialiste sans en adopter les principes scientistes. La division sociale du travail, provoquée entre autres par la mise en œuvre de techniques américaines, est ainsi vue comme une utilisation directe des savoirs produits par les scientifiques au profit de l'accroissement du capital de quelques uns.
2. La seconde veine de la "technocritique" porte sur la mise au service de la science envers une certaine idée du développement international. Le progrès technique, pour le groupe Survivre et Vivre, est vu comme un moyen de prolonger la domination des pays du nord de la planète sur les pays du sud. Si la période de la colonisation connaît officiellement son crépuscule avec l'indépendance des États faisant autrefois parties des empires coloniaux, l'exploitation des ressources de ces pays et l'invasion des marchés intérieurs par les technologies produites dans les pays du nord instaurent une nouvelle

dégradation de l'environnement. Le fait qu'il soit lui-même biologiste n'est pas anodin : il porte notamment une critique très forte envers l'hyper-spécialisation des sciences expérimentales, à l'instar de la biologie moléculaire qui a permis la mise sur le marché de produits chimiques très polluants.

forme de colonialisme. Alors, le groupe Survivre et Vivre « formule sa critique de la science comme "impérialisme" culturel, destructeur d'autres modes de connaissance, de faire et de vivre, ailleurs et ici » (Pessis, 2014, p. 27).

3. La troisième dimension critique du mouvement se base sur des préoccupations environnementales fortes. Les années 60 sont celles de la prise de conscience de la limitation des ressources naturelles et de la capacité de renouvellement de l'environnement, à l'image du rapport Meadows *The Limits To Growth* (*Les limites de la croissance*) élaboré en 1970. Pour la première fois de l'histoire des sciences émerge l'idée que l'humanité se soit dotée des moyens de se détruire elle-même, interrogeant la responsabilité des scientifiques : « Que la recherche scientifique soit nécessairement "utile" est extrêmement discutable, et doit être sérieusement reconsidéré. (…) Trop souvent elle a servi à l'avilissement de l'homme, depuis le début de la révolution industrielle jusqu'à aujourd'hui, où elle risque de devenir l'outil pour sa destruction finale. » (Pessis, 2014, p. 33) Survivre reprend donc en France la pensée survivaliste, où l'enjeu est bien de réduire la puissance des technosciences et de diminuer la progression démographique pour revenir à un état d'homéostasie sociale, capable de diversité, d'autonomie et d'adaptation face aux évolutions du monde.

L'aventure intellectuelle de Survivre et Vivre fût courte, le journal cessant de paraître en 1975, suite à des tensions exacerbées et des clivages – notamment entre une écologie révolutionnaire et une écologie réformiste, pour grossir le trait – devenus irréconciliables. Toutefois, elle dénote de manière caractéristique, en écho aux mutations politiques de ces années-là, comment certains scientifiques s'engagent radicalement dans la critique du progrès technique. En parallèle dans la société française des années 70, les organisations non-gouvernementales écologistes tels que Greenpeace ou France Nature Environnement vont naître, accentuant l'émergence des contre-expertises scientifiques et des discours allant à l'encontre de la philosophie positiviste et de son triomphalisme jusqu'alors archi-dominant. Le point commun de ces émergences est d'affirmer le fait que la production scientifique ne serait pas autonome des considérations éthiques et politiques, étant donné l'ampleur potentielle de son impact et l'ensemble des risques qu'elle comporte. Comme l'affirme Pestre, « la technoscience, et le monde industriel qui lui est lié, ont en effet la capacité de transformer si radicalement le monde naturel et le monde social que la question devient pleinement une question politique dans des sociétés de plus en plus éduquées scientifiquement, de plus en plus désireuses de maîtriser leur destin » (2003, pp. 16–17).

À la lumière de l'histoire, où en sont aujourd'hui les critiques de science ? Le débat sur les technosciences est encore vivace et les réflexions de ces années politiquement foisonnantes nourrissent les interrogations d'aujourd'hui. Si j'ai choisi de détailler ici l'exemple de Survivre et Vivre, c'est aussi pour éclairer ma posture de chercheur et continuer à questionner l'articulation entre aspirations écologistes, responsabilité du scientifique, et horizons éducatifs. À ce titre, je souhaite mettre en exergue les enjeux soulevés par ces écrits, malheureusement toujours stimulants intellectuellement en ce début de XXIe siècle : « la sauvegarde des conditions d'une vie libre et autonome sur cette Terre n'est pas une affaire scientifique, technique ou

bureaucratique, mais bien, comme l'avait déjà compris et exposé à sa manière le mouvement Survivre et Vivre, de définition démocratique d'un idéal social » (Pessis, 2014, p. 72).

2. Techniques et catastrophes

Le survivalisme prôné par certains critiques de sciences n'est pas sans lien avec le catastrophisme, même si le propos n'est pas exactement le même. Dans le prolongement de Jonas et du *Principe responsabilité* (Hans, 1990), certains auteurs vont ainsi jusqu'à adopter une posture dite catastrophiste (Dupuy, 2002 ; Latouche, 2013). Pour eux, les risques induits par le développement technoscientifique sont tels que la question de leur probabilité est déjà dépassée et seul le fait d'envisager la possibilité que ces risques deviennent des conséquences réelles serait réaliste. Via cette forme de catastrophisme éclairé, Ellul défend ainsi la notion de « prévoyance » face aux risques, celle-ci étant une « vertu selon laquelle nous accepterons, en nous fondant en effet sur les expériences indiscutables du passé proche (…), qu'en effet nous vivons dans la civilisation du risque majeur provoqué par la technique » (Latouche, 2013, p. 96). Chez ces auteurs, l'existence des risques technoscientifiques n'est plus un sujet de discussion, la problématique s'étant désormais déplacée sur la manière dont nos sociétés pourraient vivre en ayant conscience de ces risques et en tentant de contrôler leurs symptômes et leurs facteurs. Cette conception s'oppose de fait au positivisme qui considère la production scientifique comme intrinsèquement bienfaitrice. Ici au contraire, la posture la moins responsable serait « de déclarer que tout va bien ou encore de faire comme si le risque n'existait pas » (Latouche, 2013, p. 98). Se basant sur ce constat, Stengers (2009) observe que les catastrophes sont déjà en train d'advenir de manière plus ou moins diffuse (empoisonnement collectif par les pesticides, raréfaction voire disparition des ressources, etc.). Selon la philosophe, l'enjeu est donc désormais de détruire le sentiment d'impuissance en faisant enfin des différentes critiques sociales et politiques des principes pour l'action. Cette lecture de la société du risque par le biais du catastrophisme peut être critiqué pour sa radicalité ou sa dimension anxiogène. Le groupe Survivre et Vivre a notamment accusé la « rhétorique catastrophiste d'inhiber la créativité par la peur et de faire ainsi le jeu des experts et du recours à l'État » (Pessis, 2014, p. 61). Le journal *La Gueule ouverte*[18] ne se targue-t-il pas d'être « le journal qui annonce la fin du monde » ? Pourtant, cette lecture catastrophiste me semble intéressante parce que la perspective de la catastrophe est à mettre en parallèle avec la perspective de l'incertitude, qui focalisera mon attention. Comment penser ce qui, par définition, nous dépasse et est donc impensable ? Comment la prévoyance ou la responsabilité prônées par ces auteurs peut-elle être transformée en éthique d'action pour des choix d'orientation de la science qui soient compatibles avec la préservation des biens communs ?

[18] Fondé en 1972 par Fournier, journaliste à Charlie Hebdo, le journal *La Gueule Ouverte* a relayé de manière décapante des idées écologistes à tendances révolutionnaires et libertaires, ciblant notamment l'industrie nucléaire et les multinationales de l'agroalimentaire jusqu'à l'arrêt de sa publication en 1980. Le journal a participé, au même titre que d'autres acteurs et publications, à diffuser les préoccupations écologistes, alors que l'écologie politique n'était pas encore structurée en tant que telle.

3. Les études de science comme une tentative de dépassement du grand partage

À cette effervescence politique, je souhaite articuler l'émergence d'un certain type d'études de sciences qui interrogent, à l'intérieur du champ scientifique, la séparation entre sciences et sociétés, dans le sillage de la publication de l'ouvrage de Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (*La structure des révolutions scientifiques*) en 1962. À la fin des années 60 puis dans les années 70, certains sociologues anglo-saxons fondent la sociologie de la connaissance scientifique (Sociology of Scientific Knowledge). Ces études sociologiques ont notamment été développées en réaction à une sociologie de la connaissance qui ne s'intéressait qu'à l'environnement social et institutionnel dans lequel le savoir est produit et non pas à la manière dont un savoir plutôt qu'un autre s'impose, à l'image de Berton (*The sociology of Science*, *La sociologie de la science*, publié en 1957). Cette « seconde vagues des études de sciences », telle que Collins & Evans (2002) la nomment, reconceptualise la science comme une activité sociale à part entière et s'attache à décrire la communauté scientifique comme composée de cultures locales plurielles dotées de normes, d'intérêts, de valeurs implicites ou non qui dépendent principalement du contexte et de la structure dans lesquelles elles prennent place. Bloor (1982) et l'école d'Édimbourg développent le programme fort de la sociologie des sciences, organisé autour du relativisme méthodologique. L'idée est alors de traiter les théories scientifiques considérées comme "vraies" ou "fausses" de manière symétrique pour comprendre les facteurs sociaux qui ont amenés à cet état de fait. Bloor conteste l'acception communément admise qui amène à considérer qu'un fait scientifique est vrai parce que rationnellement valide, et par opposition qu'une erreur scientifique est intrinsèquement irrationnelle : si une théorie s'impose, c'est parce qu'elle est naturellement vraie, logique, et la sociologie se résume alors à décrire les conditions dans lesquelles cette vérité est devenue visible et explicite. À l'inverse, dans le programme fort, on considère que la validité des savoirs est aussi socialement construite par un ensemble de facteurs contextualisés et évolutifs[19]. Dès lors que la focale de la sociologie se déplace sur ces facteurs déterminants, on peut abandonner l'idée qu'il existe un savoir scientifique absolu, car transversal dans la façon dont il incarne la vérité. Mais cette opération peut avoir lieu uniquement si le sociologue explique autant la manière dont un savoir – et surtout les acteurs qui le portent ou qui le critiquent – est qualifié ou disqualifié dans sa prétention à la validité. Pour asseoir le programme fort, Bloor a énoncé quatre principes de base pour mener une enquête sociologique :

- un principe de causalité qui puisse mettre à jour les conditions psychologiques, culturelles et sociales de la production des savoirs ;
- un principe d'impartialité qui amène à étudier les échecs ou les succès scientifiques de la même manière, sans en considérer la validité a priori ;
- un principe de symétrie qui doit faire appel aux mêmes explications pour ces

[19] Ce qui ne signifie pas pour autant, pour ces sociologues, que "tout se vaut", mais plutôt qu'il faut juger de la grande importance des facteurs sociaux dans la constitution des connaissances et arrêter de croire que les théories ne s'imposent que sur la base de facteurs purement rationnels au sens scientifique.

échecs et ces succès, tandis que la première vague de sociologie des sciences expliquait les échecs scientifiques par des facteurs sociaux et les succès par des facteurs naturels ;

- un principe de réflexivité qui doit appliquer le programme fort à lui-même, dans la manière dont la recherche sociologique est menée et discutée.

Suite à ces études, de nombreuses controverses scientifiques ont traversé et continuent de traverser le champ de la sociologie des sciences, notamment entre le courant de la sociologie de la connaissance scientifiques et le courant des études de science et de technologie (Science and Technology Studies). J'atteins ici les limites de mon sujet et je n'y reviendrai donc pas, mais l'apport de ces courants est important dans mon cheminement théorique parce qu'il montre que la prétention de la science au statut de vérité transversale est largement remise en cause, ce qui a des implications politiques vis-à-vis de la qualification du progrès technique, nous l'avons vu, mais aussi des implications scientifiques fortes dans l'influence qui est donné ou non au savoir savant. Dans le contexte des technosciences, cela participe à créer des espaces d'incertitude – par les divergences possibles d'interprétation et d'usage des savoirs – qui vont être déterminants dans la manière dont les arguments scientifiques sont mobilisés en situation de controverse socio-politique. En tout cas, c'est bien la fin d'un mythe de science que je décris ici par ces différents phénomènes. Les critiques de science comme les sociologues rendent alors possible, d'une façon ou d'une autre, le dépassement de la clôture sciences-sociétés. Dans un premier temps, je vois là les fondements de la société du risque. Cela soulève en outre, dans un second temps, l'enjeu de la gouvernance des choix technoscientifiques.

4. Du monopole de la science à la société du risque

Les évolutions quant à la perception sociale de la science ont des impacts majeurs. Selon Bensaude-Vincent, il existe une forme de paradoxe dans notre rapport aux technosciences : « la science est aussi bien perçue comme un savoir objectif et indépendant que comme un instrument à la solde des financiers ou du pouvoir tantôt bienfait, tantôt source de dangers » (2003, p. 258). L'effet le plus direct de ce paradoxe est l'émergence d'un fort scepticisme quant au mythe du progrès scientifique. Celui-ci, considéré dans une perspective positiviste comme intrinsèquement bénéfique et émancipateur, est désormais soumis à des regards critiques et à des perceptions nuancées. Différentes formes de défiance vis-à-vis des technosciences apparaissent, fondées sur des considérations d'ordre pratique ou éthique. Par rapport à mon sujet, c'est bien l'accroissement général du sentiment d'incertitude qui m'intéresse. La rationalité scientifique comme description universelle du monde subit en effet un phénomène de démystification. Alors, la science « manifeste face à ses propres fondements et effets une incertitude qui n'a d'égal que le potentiel de risques et de perspectives d'évolution qu'elle déclenche. » (Beck, 2001, p. 343)

Beck (2001) explique cette évolution par une recomposition sur elle-même de notre société : nous serions en effet entrés dans la deuxième ère de la modernité, celle de la *société du risque*. Alors que la rationalité scientifique, depuis les Lumières, s'était construite en opposition avec des structures sociales initiales – la religion par exemple –, cette seconde transformation de la notion de modernité s'effectuerait de manière « réflexive » et « autoréférentielle » selon le sociologue. En d'autres

termes, l'unique rationalité scientifique, jusqu'alors considérée comme supérieure à toutes les autres formes de rationalité, et sa visée émancipatrice seraient complètement remises en cause par les conséquences des applications que la science aurait elle-même engendrées. Les crises sanitaires et environnementales, sujets récurrents de controverses, en sont une bonne illustration : « les sciences sont confrontées à leurs propres produits, à leurs propres insuffisances, aux problèmes qu'elles causent » (Beck, 2001, p. 341). Les risques induits par ces insuffisances ne dépendent finalement plus de la spécialisation scientifique ou technique et ne font plus l'objet de simples controverses méthodologiques ou théoriques : ils sont désormais « à l'ordre du jour de la société toute entière » (Beck, 2001, p. 351). Cette recomposition réflexive des technosciences se serait constituée à partir de *la fin du monopole du savoir* qui prendrait forme sous deux aspects :

1. Le premier aspect de la fin du monopole de la connaissance se situerait dans un élargissement de l'incertitude méthodologique, objet même de la démarche scientifique selon Bachelard (1927). L'exercice critique propre au fonctionnement de la recherche, dans un but de validité théorique interne du savoir, ne se limiterait plus à la stricte communauté scientifique, mais concernerait désormais l'orientation et le sens même du développement des savoirs au sein des sociétés.
2. La seconde dimension concerne l'aspiration historique de la science à la description prétendument objective du monde. Comme le résume Beck, « nous assistons aujourd'hui à l'amorce d'une dissolution du *monopole* social de la science sur la *vérité* » (2001, p. 366). L'hyperspécialisation et la complexité des savoirs est un des facteurs qui explique cet élément : certaines recherches se contredisant, d'autres étant absolument illisibles ou impossibles à relier entre elles, des acteurs externes à la sphère scientifique – en tant que non-producteurs de savoir à la source – élaborent eux-mêmes le sens inhérent à la production technoscientifique et selon leur propre grille de lecture, toujours située.

À partir de ces deux dimensions d'exercice du doute, des sciences vers les sciences puis des sociétés vers les sciences, se construit un scepticisme généralisé. Les sciences n'appartiennent plus à elles-mêmes car en tant qu'éléments intégrés au système de production et à son environnement social, elles deviennent des objets de controverse à part entière. C'est à partir de là que naît la perception du risque : auparavant représentée uniquement comme source d'un progrès positif et vecteur d'émancipation, les sciences devenues technosciences porte en elles une potentialité néfaste, un risque réel car déjà constaté, celui d'impacter l'environnement naturel et humain de manière à menacer l'existence même des sociétés – le cas extrême du nucléaire, qu'il soit civil ou militaire, l'illustrant à merveille.

5. Un processus de politisation des technosciences : des dispositifs, des valeurs et des finalités en débat

Ce constat critique – d'une part une société du risque qui appelle à une plus grande prévoyance dans la considération des biens communs, d'autre part la fin d'un mythe des sciences resituant celles-ci en tant qu'activités sociales à part entière – génère des aspirations que je résumerai ici en deux points :

- Il existe depuis plusieurs dizaines d'années une vraie volonté de réappropriation citoyenne de la technoscience, doublée d'une dévolution parfois volontaire de la responsabilité de la part des politiques, phénomène que nous pouvons appeler *politisation* ;
- La problématique morale – au sens *éthique* du terme – est au cœur des débats sur le sens de la production technoscientifique et sous-tend des conflits de valeurs toujours en cours de résolution.

Depuis la Révolution Industrielle, les sciences – par le développement technique qu'elle ont engendré – a impacté le milieu de vie des sociétés plus conséquemment qu'elle ne l'avait jamais fait. Du fait du phénomène de convergence propre aux technosciences, les choix de recherche semblent de moins en moins dépendre d'une réflexion philosophique inaccessible, ce qui rentre paradoxalement en opposition avec l'inaccessibilité des savoirs due à l'hyperspécialisation. Hottois estime ainsi que « les scientifiques sont victimes de leur succès : ce qu'ils permettent de réaliser intéresse tout le monde » (2006, p. 29). Mais la convergence des sciences et des techniques ne suffit pas à expliquer cela. L'accroissement de la perception du risque technoscientifique agit aussi sur cette volonté de régulation politique des sciences. Quet (2013) estime de surcroît que cette demande de démocratisation des choix scientifiques et techniques a émergé dans l'interaction des discours issus de trois phénomènes : l'auto-critique des sciences, les mutations des politiques scientifiques de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques et la nouvelle sociologie des sciences. Alors, en sciences sociales, les essais se sont multipliés dans le but de construire une base théorique permettant de réconcilier technosciences, démocratie, émancipation culturelle et préservation des biens communs. Bensaude-Vincent en appelle par exemple à une « nouvelle alliance » entre science et éthique qui permettrait une « réconciliation entre les intérêts humains et la nature environnante » (2009, p. 165). À leur manière, de nombreux auteurs parmi ceux cités ici proposent des formes de régulation qui permettraient de répondre à cette aspiration.

Je citais dans la partie précédente des exemples de mouvements qui ont contribué à exprimer ce désir de politisation des technosciences. Ceci n'étant pas le cœur de mon sujet, ces quelques exemples ne peuvent qu'illustrer la diversité des initiatives et des réflexions qui relient sociologie de la connaissance et sociologie politique (Debailly, 2013). Ces initiatives proviennent tout à la fois de la sphère scientifique, sciences sociales incluses, que de la société civile. Ce qui est alors en jeu, lorsqu'on discute des enjeux technoscientifiques, c'est aussi bien la nature du savoir que la notion de bien public, de soutenabilité, de justice sociale ou de démocratie participative. L'unique direction qui tente de s'imposer aux technosciences, celle de la rentabilité économique, est largement remise en cause. Mais alors, quelle direction choisir et, surtout, comment la choisir collectivement, si la distinction entre savants et profanes ne tient plus ? Beck résume l'enjeu par une métaphore mécanique : « il nous faut en quelque sorte installer *un volant et des freins* dans "ce bolide sans direction" lancé à plein régime, et chargé d'explosifs, qu'est l'évolution scientifico-technique en modifiant la façon dont les sciences s'appréhendent, et en transformant leur configuration politique » (2001, p. 396). Les théoriciens en ont largement débattu et différentes propositions ont émergé. Habermas (1973) mène ainsi une critique de ce qu'il appelle « l'idéologie technocratique », qui ne voudrait laisser d'autre choix que de régler les problèmes créés par la technique par l'usage de la

technique elle-même. Pour repenser les rapports entre savoirs techniques techniques et gouvernance politique, le philosophe allemand identifie alors trois modèles majeurs : le modèle décisionniste, le modèle technocratique et le modèle pragmatique. Le modèle *décisionniste*, basé sur la distinction qu'opère Weber entre le savant et le politique (Weber, 1959), stipule qu'il appartient au savant de rationaliser les problèmes qui se posent au monde mais qu'il reste au politique une marge de décision minimale – forcément arbitraire – basée sur des formes d'éthique. Le modèle *technocratique* pousse le technicisme jusqu'au bout : la décision politique consiste alors à « appliquer une science » (Habermas, 1973, p. 98) et à exécuter ce qui a déjà été modélisé par les calculs techniques et les prévisions scientifiques, visant à réduire au maximum les incertitudes propres à la vie en société. Pour Habermas, le problème majeur de ces deux modèles est la dualité qu'ils opèrent entre pensée politique et raison technique, excluant par ce biais toute autre forme de rationalité que celle qui caractérise les technosciences. Afin de bien comprendre le modèle de décision que propose finalement le philosophe, revenons sur la distinction qu'il opère entre technique et pratique : la technique – incarnée par l'activité de travail – et la pratique – incarnée par l'activité communicationnelle de l'interaction et du langage – sont pour lui deux formes objectivantes du savoir. Cette dualité est parallèle à une autre distinction entre monde scientifique et monde social vécu : le premier se situe dans une perspective instrumentale, rationnelle, tandis que le second relève de l'instantané et du non-défini. Le problème émerge lorsque le développement des technosciences s'autonomise au point d'en devenir aliénant et dominateur des autres modes de structuration de la société, en d'autres termes lorsque la rationalisation technico-scientifique prend le pas sur le « monde vécu » (Habermas, 1973, p. 77). Pour résoudre ce problème, Habermas propose donc un troisième modèle de décision, le modèle *pragmatique*. Ce modèle aurait pour but « d'engager une discussion, débouchant sur des conséquences politiques, qui mette en rapport de façon rationnelle et obligatoire le potentiel dont la société dispose en matière de savoir et de pouvoir techniques avec notre savoir et notre vouloir pratiques. » (Habermas, 1973, p. 9) L'auteur appelle cela la « dialectique du pouvoir et du vouloir ». En des termes plus clairs, la clôture entre la politique et la technique n'existe plus dans ce modèle : "le" politique – au sens de l'espace commun de discussion et de formation de l'opinion publique – devient le lieu de médiation entre rationalité scientifique et savoir pratique du monde vécu. La solution à un problème ne pourrait se trouver dans la seule analyse strictement rationnelle mais plutôt dans un va-et-vient, un ajustement social in fine, entre raison théorique et raison pratique. En somme, Habermas proposait déjà ce que certains appellent aujourd'hui le *pluralisme des rationalités* ou *l'écologie des savoirs*. Il me sera ensuite intéressant d'interroger cet élément dans le cadre des objectifs de l'éducation aux sciences, que ce soit dans la définition du politique ou dans les limites données à l'expression des différentes rationalités.

Callon, Lascoumes & Barthe (2001) proposent quant à eux une *démocratie dialogique* pour redonner au processus démocratique la primauté sur la réponse à apporter aux problèmes et aux risques induits par les technosciences. Pour eux, les controverses socio-techniques sont davantage des vecteurs positifs permettant de faire sortir les questions scientifiques des laboratoires. L'idée de la démocratie dialogique, et du dispositif des forums hybrides qui la matérialise, est de permettre à l'ensemble des groupes et acteurs sociaux concernés par une question technoscienti-

fique d'être entendus et d'en débattre. Dans le cas du nucléaire civil en France par exemple, la prise de décision ne concerne pas uniquement les chercheurs et les ingénieurs d'EDF, mais également les habitants du territoire d'implantation d'une centrale, les acteurs du monde de la santé, les associations environnementales, les entreprises liées au secteur, etc. L'idéal, dans un processus de démocratie dialogique, serait de permettre à tout le monde d'être entendu et d'accepter la pluralité des rationalités en jeu. À charge ensuite au politique d'aménager un terrain de compromis, en lien avec l'éthique de défense des biens communs qui devrait être la sienne. Ces propositions ne sont pas dépourvues de toutes critiques. D'abord, Callon, Lascoumes et Barthe y font la distinction entre experts et profanes, ce qui n'est pas sans soulever des interrogations (Lévy-Leblond, 1996a) et des débats de terminologie. D'autre part, les conférences de citoyens ou autres forums hybrides reproduisent dans certaines conditions les dominations observées dans le champ social, entre la rationalité scientifique et les autres formes de savoirs, mais aussi entre individus ou acteurs collectifs[20].

Voici donc esquissé le cadre de référence qui sera le mien pour comprendre les régimes de production des technosciences. Dans la société du risque, nous passons d'une représentation autonome de la science – qui valide en interne ses propres théories et résultats, et qui dispose d'un monopole de sens sur ses développements et ses conséquences – à une interprétation plurielle où les groupes et acteurs sociaux veulent la repolitiser, la réguler, faire valoir leur propre rationalité au sein d'une société traversée de débats de valeurs et de sens. Cette idée est forcément liée aux réflexions de Beck (2001) et Giddens (1991) à propos des figures de l'individu post-moderne : les grandes idéologies structurantes de la modernité que sont par exemple la religion, la classe sociale ou le positivisme se délitent. Baumaun, lui, va jusqu'à parler de « société liquide » (Bauman, 2003) plutôt que de société post-moderne, société qui déplace le critère de construction de sens du niveau collectif au niveau individuel, avec une fluctuation et une flexibilité accrues des valeurs et des organisations sociales qui structurent le monde vécu. Dans le cadre de ma réflexion, cette réalité sociale influe sur le rapport aux technosciences : comment les individus contemporains construisent-ils du sens face à au changement de régime de sciences autonomes vers des sciences mises en débat ? Comment appréhendent-ils les incertitudes dévolues à des régimes de production des savoirs complexes, hyperspécialisés et dont les impacts immédiats et de long terme sont difficilement prévisibles ? D'un point de vue individuel, Pestre, en se basant sur les travaux de Marcel Gauchet, note déjà que « le sujet très contemporain accepte plus facilement la multiplicité des points de vue et des choix » et « la nature limitée des rationalités qu'il mobilise pour gérer sa vie » (2003, p. 146). Son rapport aux technosciences s'en trouve grandement modifié :

> « L'idéal de comprendre le tout en un seul mouvement cohérent lui apparaît comme un leurre pouvant être dangereux, le projet scientiste comme philosophie s'éloigne de lui – et il n'a plus besoin de cette certitude, de cette religion hors de la religion qui fondait le pacte laïc de la modernité. En cela, il a toute raison de regarder avec méfiance la techno-science qui semble

[20] Je renvoie à ce sujet à la lecture de Québriac-Gardère & Gardère, *Démocratie participative et communication territoriale : vers la micro-représentativité*, 2008 ; et d'Allegretti, « Une refondation politique et culturelle », Les défis de la démocratie participative, *Le Monde Diplomatique*, octobre 2011.

vouloir lui imposer ses choix et contraindre ses modes de vie, et a toute raison de se vouloir plus responsable (de la planète par exemple) que ses aînés modernes. » (2003, pp. 146-147)

Alors, comment l'École, dans le cadre de l'éducation aux sciences, traite-elle cette aspiration critique ? De ce point de vue, la conception "classique" de l'éducation scientifique semble en décalage : « On a été éduqué… à rester sur un banc en face de quelqu'un qui sait, et surtout à ne rien dire… On apprend que le monde est terminé, ou à peu près, et qu'il y a quelqu'un qui pense mieux que vous » (Roqueplo, 1974, p. 236). Mais, depuis la deuxième moitié du XXe siècle, des évolutions didactiques et pédagogiques tentent de replacer l'éducation aux sciences en adhérence avec les aspirations sociales d'émancipation et de participation politique. Et surtout, comment donne-t-on les moyens aux enseignants et aux apprenants de pouvoir vivre positivement cette transformation, en disposant des outils de la réappropriation ? La didactique des questions socialement vives apporte des pistes de réponses pertinentes dans ce contexte de mutation.

II. Grandir et vivre dans un monde incertain : quels enjeux éducatifs ?

Où il est question de transformations, d'éducation, de controverses socio-quelques choses, de vivacités, d'enseignabilité, et forcément d'enseignantes et d'enseignants, d'élèves, de classes, et, même, d'une circulaire ministérielle.

a. Pour une transformation de l'éducation aux sciences

1. Les sciences peuvent-elles être "engagées" ?

L'utilisation du terme *technosciences* est lui-même soumis à débat et porte des dimensions critiques que j'assume volontairement. Ce propos est constitutif de ma posture de recherche, et si je reviendrai plus en détail sur cette posture dans mon chapitre 2, je souhaite tout de même interroger d'un point de vue théorique ce qui participe à orienter mon cheminement et les questions que je me pose. Je l'ai dit précédemment, le fonctionnement de notre régime de savoir est critiquable, parce qu'il (re)produit des inégalités sociales dans l'accès au savoir, aux conditions de l'émancipation, et qu'il se fonde sur un mode d'exploitation des ressources naturelles totalement insoutenable à long terme. Apprenti-chercheur en sciences de l'éducation, il m'apparaît qu'un des leviers de transformation, face à ces enjeux considérables est de favoriser les mutations de l'éducation aux sciences, pour sortir de la clôture sciences-sociétés, de la dépossession du savoir et du pouvoir par les experts, et par conséquent du sentiment social partagé d'ignorance et d'impuissance. Quel est le sens d'une telle affirmation dans une posture scientifique ? Est-ce compatible avec une exigence scientifique qui puisse au moins légitimer ces propos, même en cas de désaccord politique ?

Le premier aspect que je souhaite mettre en avant est celui de la responsabilité du chercheur. En ce début de XXIe siècle, pour Bourdieu (2002) l'enjeu est de savoir « si ceux qui anticipent à partir de leur savoir scientifique les conséquences funestes de cette politique [de mondialisation, ndlr.] peuvent et doivent rester silencieux ». Doit-on voir les chercheurs comme des individus isolés dans leur tour d'ivoire, leur énergie totalement dépensée dans la quête des "vérités" qui étanchent la curiosité de l'espèce humaine ? Ou les considérer comme des agents sociaux à part entière, citoyens-chercheurs par conséquent dotés d'une responsabilité individuelle et collective, au même titre que tant de personnes exerçant des activités pourtant bien différentes ? Le deuxième aspect est celui de l'articulation entre la production du savoir et la nature de l'engagement. Bourdieu ajoute à ce sujet, et je le rejoins, que la dichotomie qui est faite de manière assez systématique entre activité savante et activité politique est une opposition « artificielle ». Le chercheur qui s'engage sur le terrain de la politique s'exposerait en effet « à décevoir (...) ou mieux, à choquer,

dans son propre univers, ceux qui voient dans le *committment* [*engagement]* un manquement à la "neutralité axiologique" et, dans le monde politique, ceux qui voient en lui une menace pour leur monopole » (Bourdieu, 2001). En d'autre mots, la coupure entre recherche et politique arrangerait tout le monde. Mais le sociologue va plus loin en affirmant que cette coupure « rassure le chercheur dans sa bonne conscience car il reçoit l'approbation de la communauté scientifique. » Alors, « c'est comme si les savants se croyaient doublement savants parce qu'ils ne font rien de leur science. » Pourtant, pour Bertho, la légitimité et l'indépendance du chercheur « n'exclut nullement une prise de parti » (2014). En effet, le chercheur, en prenant position dans l'espace public, ne se transforme pas en candidat électoral ou en politicien. Il reste chercheur, avec ses activités, ses finalités, ses méthodes. Considérons donc que « la logique de la recherche n'est pas la même que la logique de l'action militante » (Terray, Bobbé, & Alphandéry, 2014, p. 142) : l'activité militante est par nature « manichéenne », parce qu'elle juge, identifie des alliés, désigne des ennemis, quand l'activité de recherche a davantage un but exhaustif qui ne disqualifie pas les points de vue a priori selon des considérations axiologiques. Ainsi, « dans la recherche, je n'ai pas d'alliés ou d'ennemis, j'ai des objets. Ce n'est pas pareil » (Terray et al., 2014, p. 143). Articuler recherche et engagement, tel que je tente de le faire, suppose donc d'avoir conscience de sa propre responsabilité, et de formuler des positions à l'aide du savoir produit, ou en amont de poser les questions pertinentes relatives aux enjeux socio-politiques que l'on considère comme pertinents. Bourdieu (2001) voit l'engagement des chercheurs comme prenant forme dans un « intellectuel collectif » et « autonome » en un double mouvement : une premier s'inscrivant en négatif du monde qu'il prend pour objet, c'est-à-dire une action critique visant à « produire et à disséminer des instruments de défense contre la domination symbolique qui s'arme aujourd'hui, le plus souvent, de l'autorité de la science », puis dans un second temps une action positive « contribuant à un travail collectif d'invention politique ». C'est dans cette dynamique que je m'inscris.

Cependant, je souhaite marquer un désaccord avec ces auteurs sur un point. Bertho (2014) argumente que l'engagement politique du chercheur est d'autant plus utile et respecté qu'il s'accompagne d'une « neutralité scientifique », qu'il nomme « impartialité face aux intérêts supérieurs des principes d'humanité ». Comme Bourdieu, Bertho me semble ici verser dans une dissymétrie incohérente stipulant que l'engagement politique est d'autant plus solide qu'il est adossé à une pratique scientifique à visée objectiviste (Bertho parlant même de communiquer à destination des « profanes », p. 25), dont le risque est pour moi d'essentialiser et l'activité militante et l'activité scientifique. Mais où est la neutralité quand il s'agit justement de définir des principes supérieurs aux intérêts personnels, ce qui constitue bien une forme d'engagement dans quelque chose de plus grand que soi ? Comment sont définis ces principes d'humanités s'ils n'existent pas essentiellement en eux-mêmes ? Ne sont-ils pas définis à partir de ce que le chercheur considère comme juste, dans un ensemble de valeurs données ? Pourquoi s'obstiner alors à parler de « neutralité » ? Au contraire, et je reviendrai plus en détail sur cet enjeu dans la partie concernant mon enquête de terrain, ne faut-il pas me garantir de toute attaque quant à mon engagement politique en communiquant de manière la plus transparente possible sur les choix, forcément subjectifs que j'ai opérés dans mon cheminement de recherche, en assumant une posture qui dise clairement, sans malaise, sans non-dits, sans devinettes, les valeurs qui la sous-tendent ? Pour rendre cela opératoire, il me

semble bien sûr nécessaire de distinguer subjectivité scientifique et subjectivité politique, qui ne prennent pas les mêmes formes et qui n'exigent pas la même prise de distance, mais en tant que producteurs de savoir nous n'avons pas besoin d'aller jusqu'à nous auto-attribuer illusoirement l'étiquette de la neutralité. Le terme d'*impartialité*, lui, se révèle pertinent. Le chercheur est non-partisan à partir du moment où l'on considère que le savoir est un bien commun, ce qui n'empêche pas l'engagement politique (au sens de l'implication dans la cité). On peut être honnête intellectuellement en considérant avec autant d'attention l'ensemble des données ou des arguments en jeu, tout en prenant position en connaissance de cause. Là où je rejoins donc Bertho, c'est quand il souligne l'importance de repenser la place du chercheur dans cette société où les modes d'information et de pression politiques se reconfigurent sous l'effet de la numérisation et de l'affaiblissement des corps intermédiaires. Il pose ainsi un principe de base, que je fais mien : « Les discours sur le réel que produisent les professionnels des sciences sociales sont un bien public. Nos enquêtes ne sont pas des enquêtes de police et nos conclusions ne peuvent raisonnablement appartenir à quelque commanditaire que ce soit. » (Bertho, 2014, p. 25) Mais l'exigence de « pratique clinique » (une certaine rigueur dans le processus de la recherche et dans les outils utilisés ?) qu'il appelle de ses vœux ne doit pas, pour moi, impliquer une épistémologie rationaliste. Partant de là, je préfère utiliser les termes de *distance*, de *réflexivité*, de recul *critique*, qui sont les gages de l'impartialité scientifique, à ceux de *neutralité* et d'*objectivité*.

2. L'éducation aux sciences : de l'alphabétisation scientifique aux finalités socio-politiques ?

Les évolutions de l'éducation aux sciences font écho aux caractères d'une époque. Encore aujourd'hui, malgré l'affaiblissement de l'École en tant que socle du vivre-ensemble, le levier éducatif est considéré comme l'un sinon le plus puissant vecteur social de changement face aux défis socio-politiques. Une des pensées les plus connues sur le sujet est celle de Paulo Freire. Avec sa *Pédagogie des opprimés* (1974), Freire développe une approche éducative qui place la conscientisation et la libération des individus au cœur de l'apprentissage. Sa vision s'imprègne d'une analyse politique très forte des inégalités sociales : le processus éducatif est précisément celui qui permettra au sujet de prendre conscience de sa situation de dominé, et d'accéder aux modes de revendication qui lui permettront de sortir de cette situation, bref, de s'émanciper. Si, malheureusement, cette finalité est toujours d'actualité, l'éducation populaire a évolué. D'autres défis se sont ajoutés à celui de l'alphabétisation, engendrés par les technosciences, la numérisation de nos vies et, selon mon hypothèse, la visibilité croissante des incertitudes quant au(x) futur(s) de l'aventure humaine. À l'instar du directeur de l'UNESCO, certains acteurs politiques, voyant se dessiner ces défis, s'emparent de ces enjeux, dialoguant avec les chercheurs :

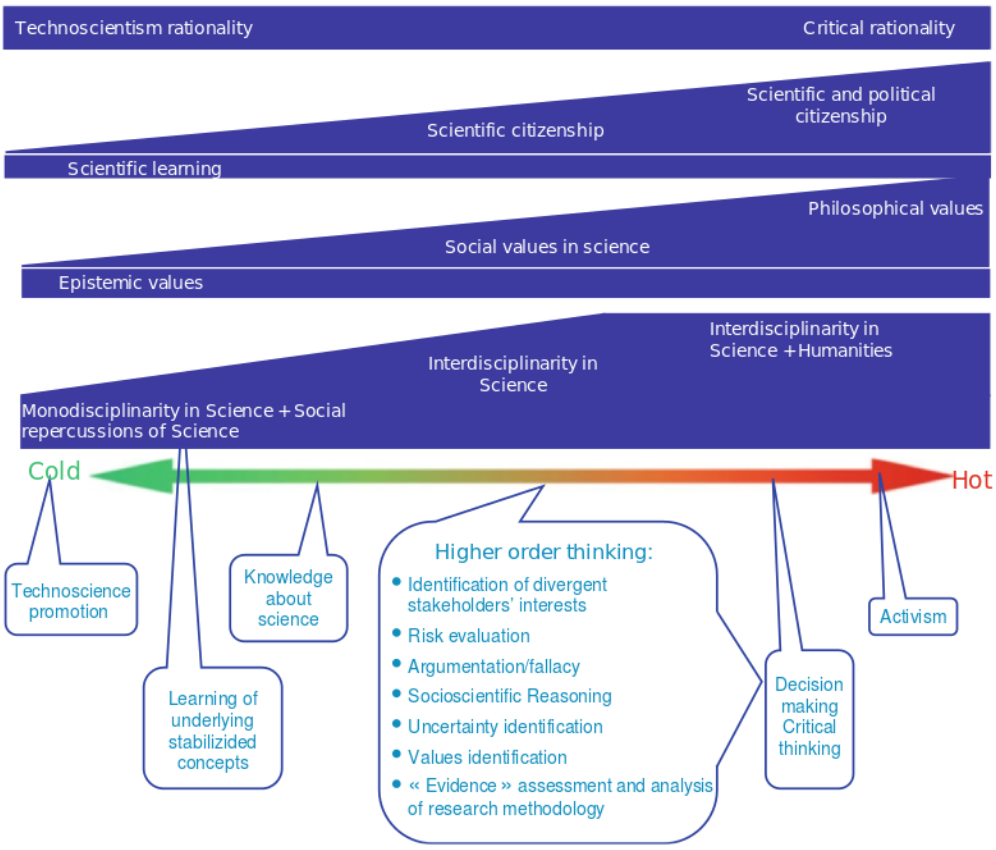
> « L'éducation est "la force du futur" parce qu'elle est l'un des instruments les plus puissants pour réaliser le changement. L'un des défis les plus difficiles à relever sera de modifier nos modes de pensée de façon à faire face à la complexité grandissante, à la rapidité des changements et à l'imprévisible, qui caractérisent notre monde. » (Morin, 1999)

Les évolutions de la *science education*[21], dans la deuxième moitié du XXe siècle, témoignent notamment de la manière dont nombre de chercheurs se sont ainsi emparés de ces questionnements et ont développé des savoirs et méthodes qui ont permis de reconnecter l'éducation scientifique à des objectifs de transformation de la société. Dans la partie suivante, je retrace plus précisément ces évolutions et leurs implications éducatives. Mais mon propos est ici de caractériser la diversité de finalités possibles qui coexistent dans ces courants. Comme le retrace Simonneaux (2014a), dans le champ des *Socio-Scientific Issues* (SSI, *questions socio-scientifiques*) les objectifs éducatifs sont pluriels et forment une palette d'horizons parfois contradictoires entre eux. Entre un objectif d'alphabétisation scientifique pure, potentiellement positiviste et renforçant l'emprise du régime des technosciences sur les individus et les sociétés, à une éducation à l'activisme (Alsop & Bencze, 2014) prônant l'apprentissage des moyens de « résistance » au néolibéralisme ambiant (Carter, 2014), avouons que l'écart est grand. Ceux-ci rentrent clairement en opposition avec ceux-là. Les implications ne sont pas non plus les mêmes : s'agit-il, in fine, de s'inscrire pleinement et sans dépasser du cadre dans ce qui fait le noyau prescriptif des politiques éducatives, c'est-à-dire l'apprentissage des connaissances scientifiques bien installées, ou s'agit-il de favoriser une pensée scientifique et philosophique qui soit capable de mettre en critique les savoirs disponibles ?

Entre les deux postures extrêmes existent aussi un certain nombre de positionnements différents sur le curseur éducatif, comme le montre la figure ci-dessous. S'agissant de mon travail, je ne poursuis pas un objectif d'éducation à l'activisme (à droite de la figure, avec des questions vives dont le degré de vivacité est « chaud »). Si je reconnais la grande pertinence et la nécessité de développer cette approche, le contexte dans lequel je travaille ne m'a pas amené à viser cet horizon. Toutefois, pour reprendre les différents axes de lecture de la figure, de haut en bas, en termes de rationalité, de finalités d'apprentissage, de valeurs et de types de savoir, je me positionne tout de même dans la partie droite du graphique (rationalité critique, citoyenneté scientifique et politique, valeurs philosophiques et interdisciplinarité en sciences expérimentales et sociales. En outre, dans mes propos et ma manière de tirer des implications de mes résultats, je soutiens une vision transformatrice de l'activité de recherche en sciences de l'éducation. Logiquement, tel que je le développerai par la suite, la centration de la stratégie pédagogique sur l'apprentissage de connaissances scientifiques représente pour moi à la fois une réification des sciences et un réductionnisme dommageable quant à la nature de l'action éducative.

[21] Je maintiens ici le nom de ce champ de recherche en anglais parce qu'il me permet de faire une distinction contextuelle avec les sciences de l'éducation françaises, structurées différemment et dont les travaux autour de la didactique n'ont pas une traduction (au sens scientifique mais aussi linguistique) similaire dans la sphère internationale et anglophone.

Figure 1. « Educational priorities and pedagogies beyond SSI education » (Simonneaux, 2014)



b. De la particularité des objets d'enseignements étudiés : controverses socio-scientifiques et questions socialement vives

1. Les bifurcations initiales de la *science education* : le mouvement Sciences-Technologies-Sociétés

La vivacité de certaines questions technoscientifiques et des débats qu'elles provoquaient en société a amené certains chercheurs anglo-saxons et américains en sciences de l'éducation à développer l'approche Sciences-Technologies-Société (STS). Les objectifs poursuivis par le mouvement STS ne sont pas sans liens avec ce que j'évoquais précédemment : il s'agit en effet d'affirmer que l'enseignement des sciences n'est pas qu'une affaire strictement scolaire, cantonnée à l'école et aux savoirs scientifiques en tant que contenus. L'enseignement des sciences toucherait au contraire à certaines aspirations sociales et devrait donc refléter l'imbrication des

sciences, des technologies et des sociétés dans des rapports d'influences réciproques. Ainsi, pour Solomon & Aikenhead, « l'enseignement des Sciences-Technologies-Sociétés transmet l'image d'un savoir socialement construit »[22] (1994, p. 59), c'est-à-dire que l'apprentissage des savoirs scientifiques est mis en œuvre à travers une contextualisation socio-technique, de manière à ce que les étudiants investissent du sens dans ces savoirs. Dès les années 1970 au Canada, sous l'impulsion d'Aikenhead, les premiers programmes STS ont été développés dans les curricula. Les États-Unis suivront ensuite le mouvement en intégrant des perspectives épistémologiques, historiques et sociales dans l'enseignement des sciences expérimentales. Dans les années 1990, les didacticiens ajoutent une lettre à l'acronyme STS : le mouvement STS devient STSE, pour Sciences-Technologies-Sociétés-Environnements (Hodson, 2003), ce qui dénote une volonté d'intégrer les enjeux environnementaux à la démarche de contextualisation des savoirs. Dans l'éducation STSE, Pedretti & Hodson (1995) mettent l'accent sur deux objectifs : un objectif de développement de l'esprit critique et un objectif de mise en action des apprenants. Pour eux, le modèle classique d'éducation aux sciences, en favorisant une appropriation de contenus considérés comme acquis et présentés indépendamment de leur contexte de production, ne fait que favoriser une logique de reproduction sociale qui pérennise les inégalités d'accès au savoir et donc au pouvoir d'agir : ils évoquent ainsi « le cycle de reproduction sociale par le contrôle que les curricula de sciences actuels perpétuent pour les étudiants et que les pratiques actuelles de développement curriculaire perpétuent pour les enseignants »[23] (Pedretti & Hodson, 1995, p. 464). Alors, pour les promoteurs du courant STSE, la contextualisation du savoir scientifique permet une remise en perspective de ce savoir en tant que construction sociale. C'est pour eux la première étape d'un processus plus global, que Hodson a théorisé en quatre étapes (Hodson, 1994), qui part d'une prise de conscience de l'interaction sciences-sociétés et va jusqu'à l'émergence d'une potentialité d'action des apprenants-citoyens.

Au sein de la communauté scientifique, il existe un débat concernant la qualification des travaux d'éducation aux SSI (questions socio-scientifiques). Les SSI ont-ils prolongé le mouvement STSE dans le champ des sciences de l'éducation ? Ou se placent-t-ils plutôt dans une forme de rupture ? Certains auteurs ont d'abord souligné le flou théorique dans lequel gravitaient les recherches STSE. Les pratiques inscrites dans cette perspective ont ainsi montré une grande polysémie : certains travaux visaient à simplement pointer du doigt l'imbrication sociale d'un savoir scientifique donné quand d'autres cherchaient explicitement à former des citoyens critiques, dans une optique d'action. Finalement, comme le souligne Zeidler, « le pluralisme et l'incohérence rapportées soutiennent l'affirmation selon laquelle les STS sont incomplets ou sous-développés en tant que stratégie pédagogique »[24] (Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005, p. 359-360). Le mouvement STSE a aussi été confronté à un décalage avec le fonctionnement et les contraintes du système éducatif, ce qui explique en partie les différences d'application et les critiques qu'il a rencontré aux États-Unis et au Canada. La transdisciplinarité et la dimension sociale des apprentissages a amené certains parents, élèves et scientifiques à considérer cela

[22] « STS science teaching conveys the image of socially constructed knowledge ».

[23] « The cycle of social reproduction through control that current science curricula perpetuate for students and current curriculum development practices (…) perpetuate for teachers ».

[24] « The reported pluralism and incoherence support the claim that STS is incomplete or underdeveloped as a pedagogical strategy ».

comme une perte de temps, et par conséquent d'efficacité, au sein du parcours éducatif conventionnel. L'approche SSI a ensuite marqué sa différence sur le plan de l'explicitation des valeurs mises en jeu dans la science. Quand l'éducation STSE s'intéresse à l'impact technologique, social et environnemental des orientations scientifiques, l'éducation aux SSI porte davantage son attention sur les enjeux éthiques des débats autour des controverses : quelles décisions prendre, dans quels sens, et selon quelles moralités sous-jacentes ? Mais il y a aussi certains travaux en SSI qui ne s'intéressent pas à des questions controversées, mais plutôt aux implications sociales de questions purement scientifiques. Une partie du mouvement SSI, plus critique dans son approche, continue toutefois d'étudier l'enseignement des controverses socio-scientifiques. C'est ce courant là qui m'intéresse davantage. Ce champ d'interrogations vient ajouter une autre dimension à la démarche éducative mais ne cherche pas à renier la place de l'interconnexion sciences-technologies-sociétés-environnements comme nouvel objet parmi d'autres de l'éducation scientifique. Plus qu'une opposition frontale, c'est un prolongement qu'opère la partie critique du courant SSI vis-à-vis de l'éducation STSE :

> « Alors que l'objectif principal de l'approche STS est d'accroître l'intérêt des étudiants pour la science en plaçant l'apprentissage des contenus scientifiques dans un contexte sociétal, l'éducation SSI vise à stimuler et promouvoir le développement intellectuel individuel dans la moralité et l'éthique ainsi que la conscience d'une interdépendance entre la science et la société »[25] (Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005, p. 359).

2. Le courant des Socio-Scientific Issues

Quelle éducation pour quelle acculturation scientifique ?

À la base de l'approche SSI, outre la question de la connexion sciences-sociétés, prend place un débat éducatif. L'objectif de l'éducation aux questions socio-scientifiques s'inscrit dans le cadre de l'éducation aux sciences à partir d'un objectif fondateur, celui de la "scientific literacy". Ce concept, que je traduis par le terme d'acculturation scientifique[26], a été développé à partir des années 1950 aux États-Unis. Jenkins le définit comme une « appréciation de la nature, des buts et des limitations générales de la science, couplée avec une certaine compréhension des idées scientifiques les plus importantes »[27] (Laugksch, 2000, p. 71). Le développement de ce concept a largement influencé les orientations des recherches anglo-saxonnes et américaines en sciences de l'éducation durant la seconde moitié du XXè siècle. Laugksch évoque notamment l'intégration rapide de l'objectif d'acculturation scientifique à destination du plus grand nombre au sein des curricula, sous la pression des décideurs américains qui souhaitaient susciter un maximum de vocations scien-

[25] « Whereas the overarching purpose of the STS approach is to increase student interest in science by placing science content learning in a societal context, SSI education aims to stimulate and promote individual intellectual development in morality and ethics as well as awareness of the interdependence between science and society ».

[26] Littéralement, le terme de "literacy" est traduit par "alphabétisation" en Français. Toutefois, ce dernier me semble trop restreint à des situations d'éducation formelle, alors que l'expression anglophone "scientific literacy" concerne également des contextes d'acculturation non-formels. Laugksch (2000) compare dans ce sens l'expression à d'autres, telles que "public understanding of science" ou "culture scientifique" en langue française.

[27] « Appreciation of the nature, aims, and general limitations of science, coupled with some understanding of the more important scientific ideas ».

tifiques face à la réussite spatiale du bloc soviétique. Pour les sciences de l'éducation, la culture scientifique est devenue « un concept-parapluie pour signifier l'exhaustivité des objectifs de l'éducation aux sciences à l'école »[28] (Laugksch, 2000). En somme, la plupart des courants internes aux sciences de l'éducation ont investi de leur propre sens ce concept, contribuant de fait à brouiller sa définition. Dans ce cadre, l'approche STSE s'est focalisée sur une dimension particulière de la culture scientifique : en tentant d'expliciter la nature des sciences et en procédant à leur contextualisation, cette approche s'attache à interroger l'impact du développement technoscientifique sur les sociétés. Miller affirme ainsi : « dans une société démocratique, le niveau d'acculturation scientifique de la population a d'importantes implications pour les politiques scientifiques »[29] (1983). Mais certains auteurs de l'approche critique des SSI cherchent à aller plus loin. D'une part, l'étude des controverses socio-scientifiques offre l'opportunité d'expliciter la dimension éthique et morale du processus de production des savoirs, soulevant des questionnements tels que : quelles valeurs sont en jeu dans les progrès scientifiques ? Comment les acteurs les investissent dans ce processus ? D'autre part, les SSI prennent d'avantage en compte le pôle de l'apprenant dans la démarche éducative. Ses promoteurs voient donc l'acculturation scientifique comme une opportunité de co-construction des compétences et des connaissances, dans une optique de participation aux décisions via la capacité à raisonner et à argumenter : « les questions socio-scientifiques ne sont en aucun cas l'unique façon de promouvoir l'acculturation scientifique, mais elle peuvent fournir un puissant véhicule aux enseignants pour les aider à stimuler la croissance intellectuelle et sociale de leurs élèves »[30] (Sadler, 2004, p. 533). Finalement, l'éducation aux SSI accapare à sa manière le concept polysémique de "scientific literacy". Dans la majeure partie des travaux, plutôt que de le voir comme la nécessité d'une diffusion de contenus scientifiques considérés comme des vérités à acquérir, l'approche SSI s'intéresse plutôt à l'interaction sciences-sociétés. Le processus d'acculturation scientifique est alors appréhendé tel un apprentissage formant à la prise de décision informée, raisonnée et justifiée sur la base de valeurs connectées aux régimes de production de la science.

Le concept d'acculturation scientifique s'inscrit-il dans le paradigme de la rupture ?

Dans le contexte français, certaines interprétations de l'acculturation scientifique s'appuient sur le paradigme de la rupture qui a fondé la notion de vulgarisation scientifique. Dans le paradigme de la rupture, aussi décrit comme celui de la traduction, la césure entre les discours de sciences et les sciences vulgarisées nécessite l'intervention d'un « troisième homme » (Moles & Oulif, 1967) qui serait l'interface entre le scientifique et le public. Pendant un certain nombre d'années, notamment celles qui ont vu l'émergence des centres de sciences (de type CCSTI, Centre de Culture Scientifique, Technique et Industrielle), la politique de diffusion de la culture scientifique s'est basée sur cette conception de l'incapacité d'un public profane à accéder aux connaissances développés par les savantes, elles-mêmes dans l'incapa-

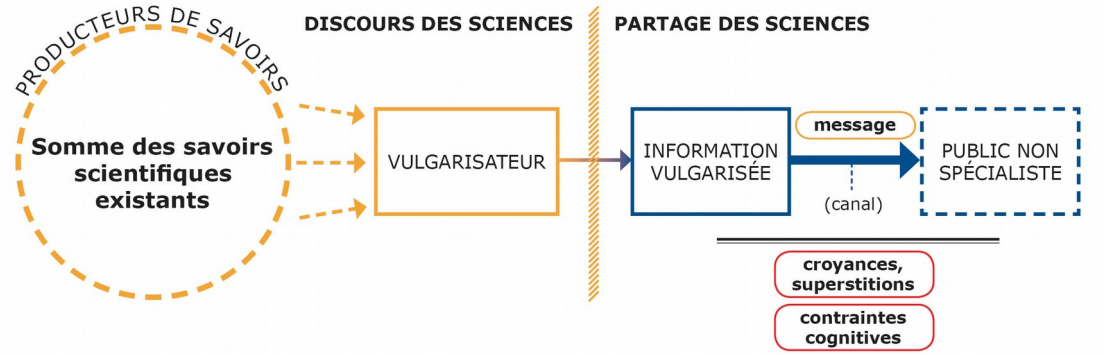
[28] « An umbrella concept to signify comprehensiveness in the purposes of science teaching in the schools ».

[29] « In a democratic society, the level of scientific literacy in the population has important implications for science policy ».

[30] « Socioscientific issues are by no means the only way of promoting scientific literacy, but they can provide a powerful vehicle for teachers to help stimulate the intellectual and social growth of their students ».

cité de vulgariser leur propre savoir. La diffusion des savoirs s'effectue alors selon le processus descendant suivant, où le vulgarisateur est le troisième homme qui permet la mise en place d'une interface. Cette représentation s'inscrit dans une conception communicationnelle de type émetteur-récepteur, et évacue la question des conditions sociales de production et de diffusion des savoirs.

Figure 2. Le paradigme de la rupture et le processus de vulgarisation scientifique



Certaines justifications des recherches menées en sciences de l'éducation se sont appuyées sur ce paradigme pour développer leurs approches, constatant un désintérêt pour les études scientifiques qui appelleraient alors une meilleure courroie de transmission entre experts et amateurs. Il s'agit pour moi de réfuter cette perspective et de nuancer l'utilisation du concept d'acculturation scientifique qui ne peut que renforcer un mythe de science propice à fonder des formes de domination sociale. Pour Roqueplo, la traduction est plutôt une trahison puisque dans les faits la vulgarisation, par sa logique descendante, consisterait à « masquer, sous l'illusion du partage du savoir, la dure réalité de sa rétention généralisée à tous les niveaux de la hiérarchie sociale » (1974, p. 191). L'objet scientifique y est alors présenté comme une vérité ontologique, présente, définitive, et la nature de sa production n'est même plus interrogée. Souscrivant à cette critique, j'adhère également aux autres prises de distance vis-à-vis du paradigme de la rupture (Bensaude-Vincent, 2010 ; Irwin & Wynne, 1996 ; Jacobi & Schiele, 1993) et postule qu'il n'existe pas d'acteurs "experts" s'adressant à des publics "profanes", mais seulement des amateurs de science plus ou moins éclairés. Lévy-Leblond soutient qu'« il faut revendiquer, devant la science, le statut de l'*amateur*. À lui, ensuite, la responsabilité d'être éclairé : de ne pas se laisser impressionner par la poudre aux yeux de l'expertise spécialisée quand celle-ci veut se gonfler aux dimensions de la compétence universelle » (Lévy-Leblond, 1996b, p. 14) Dans ce basculement de perspective, l'appropriation des savoirs scientifiques s'effectue alors selon un paradigme de la continuité (Jacobi, 1984) où les discours de science sont véhiculés dans des processus communicationnels de socio-diffusion. Savoirs de sens commun, savoirs scientifiques de référence – qui ne sont pas forcément les mêmes pour tous les groupes sociaux comme l'illustrent les phénomènes de contre-expertise et de diversification des rationalités de référence dans les controverses – et savoirs scolaires modèlent ainsi les discours de science dans des interactions réciproques continues. D'un point de vue didactique, je considère donc qu'il existe une grande pluralité des formes de rationalités dans le rapport au savoir, ce qui admet nombre d'implications éducatives (Charlot, 1997). L'introduction des questions socio-scientifiques en classe

accentue encore cette pluralité : les réponses pouvant être apportées n'étant pas stabilisées, le sujet-apprenant construit sa propre réponse en fonction des différents types de savoirs pouvant être mobilisés à un moment donné dans le processus d'apprentissage, que ces savoirs proviennent de l'expérience, des références scolaires, de l'environnement médiatique ou social. Dans mon travail, c'est donc ainsi que j'entends la notion d'acculturation scientifique, tout en gardant en conscience que là n'est pas forcément l'acception majoritaire qu'en font les auteurs des références que j'utilise dans le champ des SSI : l'acculturation scientifique est entendue comme un processus d'appropriation des types de savoirs en jeu, selon un processus socio-constructiviste de reconstruction des connaissances, dans des situations d'interactions contextualisées.

Principales caractéristiques des Socio-Scientific Issues

Les SSI sont des questions socio-scientifiques. Ce type de questions est notamment abordé depuis quelques années dans le cadre de l'enseignement scientifique formel, en milieu scolaire. La définition des SSI est assez large, le dénominateur commun des travaux l'utilisant étant bien le double ancrage de la controverse : celle-ci fait appel à des savoirs scientifiques, c'est-à-dire à des théories, des données, des démarches d'ordre scientifique, mais dépasse complètement la stricte sphère de la communauté scientifique étant donné qu'un ensemble d'entités sociales, de groupes, d'individus s'investissent dans les enjeux liés à cette question, controversée ou non. Dans mon approche théorique, ce sont bien les SSI critiques portant sur des questions controversées qui me semblent pertinentes. Le clonage, les pesticides, les nanotechnologies, les antibiotiques, les organismes génétiquement modifiés, ou encore l'énergie nucléaire sont par exemple des objets contemporains de controverses socio-scientifiques. La mise en débat de ces objets est donc le point de départ de la controverse : « une question est controversée si des opinions contraires à son propos peuvent être retenues sans qu'elles ne soient contraires à la raison »[31] (Oulton, Dillon, & Grace, 2004, p. 411). À partir de ce débat se créent alors au sein des espaces sociaux des conflits de représentations, d'interprétations des données et d'élaboration de solutions à apporter à ces questions problématiques (Crick, 1998 ; Levinson, 2006b). Avant d'en discuter les implications didactiques, voici ce que je considère comme caractères principaux d'une SSI :

1. le *double arrimage* de la controverse dans une dimension scientifique et dans une dimension sociétale : la problématique a pour cœur un objet scientifique mais est aussi débattue en société ;
2. l'existence d'une grande *pluralité d'acteurs*, de groupes sociaux, et d'individus intervenant dans la controverse (Crick, 1998) ;
3. cette pluralité d'acteurs implique par conséquent la *coexistence de différents savoirs, représentations, valeurs et positionnements* au sein de l'espace de la controverse : Levinson considère qu'une controverse se crée « lorsque les gens partent de postulats différents, détiennent différentes clés de croyances, des compréhensions, des valeurs, ou proposent des explications ou des solutions contradictoires »[32] (Levinson, 2006b, p. 1204) pour répondre à un problème donné ;

[31] « A matter is controversial if contrary views can be held on it without those views being contrary to reason ».

4. ces savoirs et ces valeurs convoqués dans le débat *ne sont pas stabilisés dans le temps et dans l'espace*. Pour Sadler & Zeidler, là se situe la spécificité des SSI : « les questions socioscientifiques diffèrent des autres enjeux scientifiques du fait qu'elles soient ouvertes, déstructurés et discutables, relatant des perspectives et des solutions multiples »[33] (Sadler & Zeidler, 2005a, p. 113) ;

5. *Les notions d'évidence et de rationalité scientifique rapportés à l'objet controversé sont discutées* par les acteurs impliqués dans le débat, ce qui sous-tend un certain nombre de questions à propos de la nature des sciences. Dearden estime précisément que ce qui divise dans la controverse est « la vérité, l'exactitude ou la justesse de vue, ce qui suppose qu'il y a au moins du sens à chercher de telles choses, même si nous ne les atteignons pas »[34] (Dearden dans Levinson, 2006b, p. 1204).

Les applications en classe

Les SSI ont été développés pour proposer de nouveaux modes d'éducation scientifique en contexte formel, avec des implications concrètes à propos de la formation des enseignants, l'interaction didactique enseignant-apprenant, le contenu des curricula, etc. À partir des références communes au champ des SSI, voici les éléments qui synthétisent pour moi les objectifs éducatifs développés par cette approche :

- une maîtrise des concepts scientifiques et des contenus nécessaires à une bonne "alphabétisation" scientifique (Gayford, 2002 ; Kolstø, 2001 ; Sadler & Zeidler, 2005b), cet objectif étant évidemment partagé par les autres courants des sciences de l'éducation ;

- une éducation aux sources et à la contextualisation des données, ce qui peut impliquer une part d'éducation aux logiques médiatiques (Ratcliffe & Grace, 2003);

- une compréhension de la nature des sciences et des contextes de la production scientifique (Levinson, 2006a ; Oulton et al., 2004 ; Simonneaux & Simonneaux, 2009 ; Zeidler et al., 2005);

- une capacité à identifier les valeurs morales et les motivations affectives des acteurs de la recherche mais aussi de manière réflexive en tant qu'apprenant-citoyen (Ratcliffe & Grace, 2003 ; Sadler & Zeidler, 2005b) ;

- une maîtrise de l'argumentation, des raisonnements socio-scientifiques et de l'utilisation de différentes formes de savoirs en situation de débat ou de prise de décision (Levinson, 2006b ; Oulton et al., 2004 ; Sadler & Zeidler, 2005b, 2005a ; Zohar & Nemet, 2002).

De manière plus pragmatique, ces objectifs éducatifs généraux impliquent des objectifs d'apprentissages – en terme de savoirs, d'attitudes, de compétences – qui

[32] « When people start from different premises, hold different key beliefs, understandings, values, or offer conflicting explanations or solutions ».

[33] « Socioscientific issues differ from other issues in science in that they are open-ended, illstructured, debatable problems subject to multiple perspectives and solutions ».

[34] « The truth, correctness or rightness of view, which presupposes that at least it makes sense to search for these things even if we do not attain them ».

appellent eux-mêmes des stratégies didactiques et des modes d'évaluation spécifique. Ratcliffe & Grace (2003) ont par exemple identifié des objectifs d'apprentissage parmi lesquels on trouve trois types de finalités :

1. une finalité centrée sur l'acquisition du « savoir conceptuel », tels que la compréhension des démarches scientifiques, de la notion de risque, de la notion de responsabilité ;
2. une finalité axée sur le « savoir procédurier », dans lequel sont inclus la prise de décision relative à la preuve scientifique et à sa médiatisation, l'analyse coût-bénéfice, le raisonnement éthique ;
3. une finalité autour des « attitudes » consistant en une clarification à la fois au niveau personnel et au niveau social des valeurs mises en jeu dans le débat socio-scientifique.

Pour chaque finalité d'apprentissage, les auteurs associent une stratégie didactique et ses différents outils, ainsi qu'une méthode d'évaluation. De façon transversale, à travers ces compétences recherchées par l'étude des questions socio-scientifiques, s'esquisse une vision idéale de l'acculturation scientifique : exercice de l'esprit critique, prise de conscience de la construction sociale des savoirs, authenticité et problématisation des objets d'apprentissage en sont, pour les SSI, la base éducative. Lorsque Roberts (2007) identifie deux visions divergentes de l'acculturation scientifique, l'une centrée sur des contenus décontextualisés, l'autre sur une approche reliant sciences et sociétés et suscitant l'engagement critique des étudiants, l'éducation SSI privilégie clairement cette dernière.

Parmi cette définition commune et théorisée, il existe toutefois quelques nuances. Dans les références que j'ai utilisées ici coexistent des positionnements et des finalités parfois différentes, à propos des enjeux suivants :

- je l'ai déjà abordé, entre des démarches qui visent avant tout une meilleure appropriation des connaissances scientifiques dans un cadre académique bien établi et d'autres qui cherchent davantage à susciter de nouvelles formes d'action socio-politique, il existe plusieurs degrés de positionnement quant à la finalité éducative de l'enseignement des controverses. Cette échelle de positionnement renvoie au polysémisme du concept d'acculturation scientifique ;
- la place du débat en classe, et la question sous-jacente de la place de l'enseignant dans cette démarche éducative (Kelly, 1986), reste en suspens : quelle méthode adopter pour organiser la discussion en classe ? Quelle posture enseignante préconiser au regard de l'injonction potentiellement contradictoire de la clarification des valeurs et de l'efficacité didactique ?
- la notion d'esprit critique et la question du relativisme restent interprétées de diverses façons, en fonction des orientations théoriques et des représentations des auteurs : s'agit-il de considérer les modes de production scientifique comme toute autre activité sociale ? L'esprit critique des apprenants-citoyens doit-il prioritairement s'exercer sur les fondements des sciences, sur sa gouvernance, sur ses implications ?

3. Les questions socialement vives : porosités et nuances

Des convergences aux divergences

L'éducation aux SSI et la didactique des questions socialement vives sont à différencier. Comme je l'exposerai dans la partie suivante, si l'enseignement des questions vives rejoint sur de très nombreux points les SSI, il existe quelques nuances d'appréciation à détailler ici. Premièrement, les SSI touchent uniquement à l'enseignement des sciences expérimentales. Les questions socialement vives sont quant à elles nées à la fois dans le champ de l'enseignement agricole, par l'intermédiaire des travaux de Simonneaux relatifs aux controverses liées aux « biotechnologies » (Simonneaux, 1995), mais aussi via les travaux de Legardez à l'ancien Institut Universitaire de Formation des Maîtres d'Aix-Marseille dans le champ des sciences économiques et sociales (Legardez & Simonneaux, 2006). Ainsi, la vocation de la didactique des questions socialement vives s'étend au-delà de l'objectif de l'acculturation scientifique en s'inscrivant dans une optique générale d'éducation à la citoyenneté, de manière transversale aux sciences sociales et aux sciences expérimentales. Des questions telles que la mondialisation ou les inégalités économiques et sociales peuvent constituer des questions vives (Legardez, 2004). D'autres – nucléaire, pesticides, OGM, nanotechnologies, etc – sont relatifs à des champs des sciences expérimentales, tels que la physique ou la biologie, pour lesquels on parle parfois de questions scientifiques socialement vives[35]. Deuxièmement, en termes disciplinaires, je dois préciser que le courant des questions socialement vives regroupe essentiellement des chercheurs didacticiens et est identifié en tant que tel au sein des sciences de l'éducation françaises. La notion de question socialement vive a ainsi été développée d'abord en France sous l'acronyme "QSV"[36] et selon cette approche didactique spécifique. Le courant SSI, quant à lui, regroupe des chercheurs qui ne se définissent pas en tant que didacticiens – la didactique n'étant en outre pas identifiée en tant que discipline à part entière dans les approches anglo-saxonnes et américaines – mais sont regroupés dans le champ plus large de la "science education". Cette situation est toutefois en train d'évoluer, de plus en plus de chercheurs non-francophones utilisant désormais l'approche des "Socially Acute Questions" (SAQs). Mais la distinction nécessaire entre SSI et questions socialement vives tient surtout dans l'horizon éducatif. Je l'ai déjà précisé, les SSI sont basées sur des objectifs d'acculturation scientifique, concept extrêmement large qui, dans l'acception institutionnelle, s'inscrit dans un paradigme de la rupture auquel une majeure partie des travaux en didactique des questions socialement vives n'adhèrent pas. La question posée ici est la suivante : les SSI ne sont-ils pas un moyen comme un autre de développer l'acceptabilité sociale des technosciences, en "jouant" ou en "mimant" une meilleure

[35] Appellation qui me semble source de confusion, soit dit en passant, car renforçant la distinction à visée rationaliste entre sciences expérimentales – considérées par défaut comme "scientifiques" – et sciences sociales. Pourtant, au même titre, un débat entre économistes et sociologues à propos de l'exacerbation des inégalités sociales depuis la fin du XXe siècle n'est-il pas potentiellement une question "scientifique" socialement vive ?

[36] Acronyme que je goûte d'ailleurs peu à l'écrit. Contrairement aux acronymes anglophones, qui sont beaucoup plus usités dans la vie courante et qui ont valeur d'abréviations pratiques, je perçois les acronymes de langue française de la littérature scientifique comme poursuivant une visée jargonneuse ou technicisante. La pertinence et l'esthétisme de l'expression de "question socialement vive" m'incitent en outre à l'utiliser dans sa forme complète (sans l'habiller de majuscules, pour ne pas l'essentialiser).

compréhension des sciences de la part des futurs citoyens, sans vraiment remettre en question les choix qui sont faits pour l'avenir ? Simonneaux s'interroge au même titre sur la centration régulière des travaux en SSI sur le contenu scientifique stabilisé (2014a, p. 100) :

> « Introduire les questions socio-scientifiques dans la salle de classe peut favoriser la motivation des élèves en abordant des questions liées à la "vraie vie" mais, parfois, le seul objectif est d'enseigner les concepts scientifiques stabilisés sous-jacents, et non pas de problématiser les enjeux. Parfois, le but est même de rassurer les étudiants et de les convaincre des mérites des technosciences. »[37]

À l'origine, la problématique cruciale de la distance École-sociétés

Pour toutes ces raisons, le mouvement des questions socialement vives s'est historiquement distingué des SSI, portant une certaine philosophie de l'éducation aux sciences. Le terme de "question socialement vive" est formulé pour la première fois pendant l'année 2000. Cette année-là, le 13ème congrès mondial des sciences de l'éducation a lieu à Sherbrooke, au Québec. Laurence Simonneaux y présente un travail autour des "controverses". Alain Legardez présente quant à lui un travail autour de ce qu'il avait nommé les "questions socialement vives", faisant référence à des questions scientifiques, sociales, mais brûlantes dans la société. L'un et l'autre assistent à leurs présentations respectives et s'aperçoivent de leurs nombreux points de convergence, décidant de structurer collectivement la notion. À l'origine didacticien spécialisé dans l'enseignement des mathématiques, Chevallard avait déjà utilisé le terme de "questions vives" auparavant. En décrivant la « crise curriculaire » (1997, p. 3) provoquée par une inertie institutionnelle, il qualifie de « savoirs moribonds » les contenus mobilisés pour l'apprentissage scolaire. Il plaide donc pour une « refondation du curriculum de l'École obligatoire » qui se donnera « pour objet de dégager les *questions vives* que l'homme non spécialisé – de six ans, de seize ans, etc. – porte en lui ». Une des problématiques majeures posées par l'enseignement des questions socialement vives est en effet la question de la distance entre l'École et la société. Dans un monde façonné par des technosciences controversées et le développement exponentiel de moyens de communication interpersonnels et médiatiques, est-ce une bonne stratégie pour l'institution scolaire que de mettre un maximum de distance entre elle et les débats qui traversent l'espace public ? Si « l'actualité entre tous les matins avec les élèves dans la classe » (Simonneaux & Legardez, 2011, p. 11), comment l'École[38] peut-elle l'aborder ? Dans le champ de l'histoire-géographie, Audigier (1995) a identifié quatre caractéristiques qui amènent l'institution scolaire à figer le contenu curriculaire des enseignements, plus connues sous le nom des "4R" :

1. l'obsession des *résultats* qui, dans les savoirs scolaires, sont les savoirs de référence tenus pour vrais ;
2. la mise en place d'un *référent consensuel* qui passe par le lissage des débats traversant la société dans le but de favoriser l'émergence d'une culture commune dans le temps et l'espace didactique imparti à l'en-

[37] « Introducing SSIs into the classroom may foster student motivation by addressing questions related to 'real life' but, sometimes, the only objective is to teach the underlying stabilized scientific concepts and not to problematize the issues. At times, even, the aim is to reassure the students and convince them of the merits of the techno-sciences. »

[38] Je reprends le terme "École" avec sa majuscule pour désigner l'institution éducative.

seignement ;

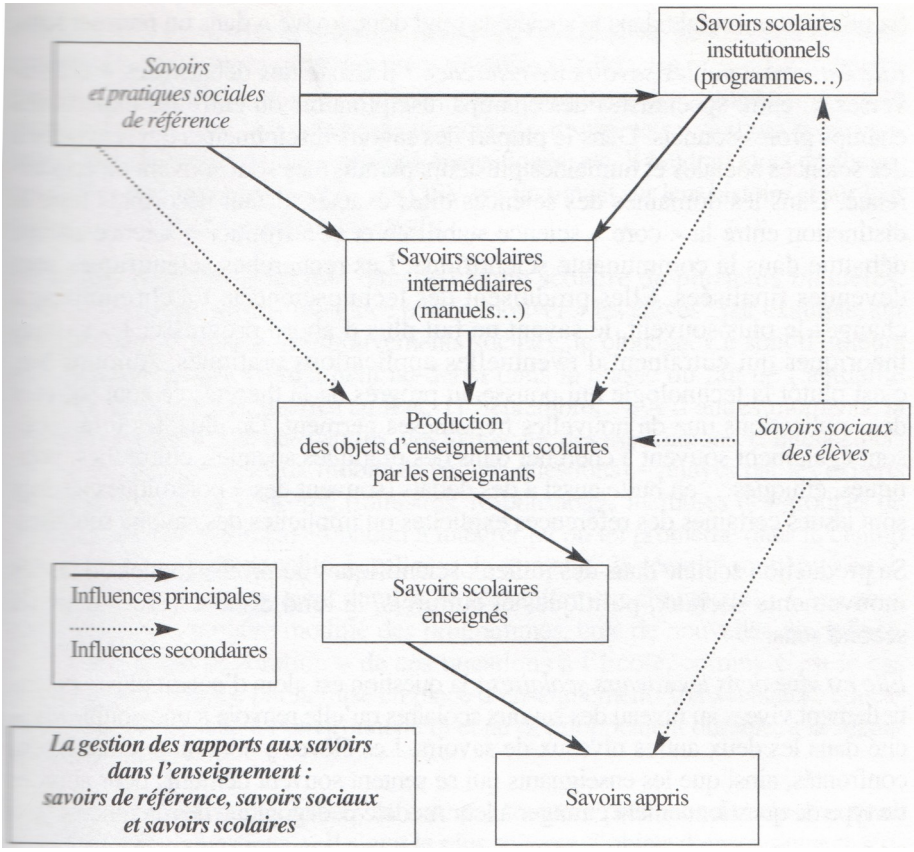
3. le *refus du politique* dont les dimensions idéologiques et éthiques sont traditionnellement placées en opposition avec la dimension scientifique des savoirs enseignés, sans aucune mise en perspective de la relation entre ces différentes dimensions pourtant toutes constitutives des régimes de production de la science ;
4. la valorisation du *réalisme* par laquelle « l'histoire et la géographie font comme si elles disaient la réalité du monde passé et présent » (1995, p. 72), en ignorant ou en minimisant le rôle des représentations sociales et des discours dans l'appréhension de ces connaissances.

Finalement, ces quatre contraintes établissent une forte distance entre l'enseignement formel de l'histoire-géographie et les questions relatives qui traversent l'espace social, ce constat étant pour moi valable concernant l'enseignement des sciences expérimentales. Chevallard porte une critique très forte à cette forme de sédimentation des contenus scolaires : « s'il est vrai que c'est aux savoirs existants et aux œuvres disponibles qu'il faut aller demander *des éléments de réponse* aux questions étudiées (…), il est non moins vrai *qu'aucun savoir établi*, si vénérable soit-il, *ne saurait bénéficier à cet égard d'une rente de situation* » (1997, p. 4). En outre, pour Simonneaux & Legardez, « l'école n'est pas en apesanteur sociale » (2011, p. 14) et devrait pouvoir accompagner les évolutions des sociétés. De l'approche STSE à celle par les questions socialement vives, il existe donc une volonté de recontextualiser les savoirs enseignés à l'école, de les relier aux aspirations sociales, de répondre à la crise de sens de la post-modernité. Ce projet rejoint des aspirations éducatives plus large dans le champ de la didactique des sciences qui vise à « imaginer un projet de société qui sous-tendrait une éducation aux sciences plus citoyenne, et qui permettrait aux jeunes de mieux négocier leur monde » (Legardez & Simonneaux, 2006, p. 75). La démarche de ces chercheurs est bien de théoriser un cadre souple pour traiter des questions vives en classe, tout en résolvant les freins et critiques multiples qui peuvent s'y opposer. La première de ces critiques est une critique épistémique : pour certains, le rôle de l'école serait justement de mettre à distance ces débats sociétaux, pour mieux distinguer savoirs et croyances et différencier ce qui relève de la science de ce qui relève de l'opinion. Entre un relativisme absolu et un positivisme béat, il existe pourtant plusieurs degrés de positionnement. S'il appartient sans aucun doute à l'école de permettre une meilleure compréhension des démarches scientifiques, il me semble que c'est également son rôle de replacer la science dans le champ du prisme social, en abandonnant le mythe de la neutralité scientifique qui n'a que trop souvent entretenu une posture d'autorité de l'expertise scientifique. C'est bien l'intérêt de l'introduction des questions socialement vives en classe : elles introduisent une réflexivité, une prise de recul critique, mais aussi une authenticité bienvenue par des problématiques issues du monde "réel" et de son actualité, tout en permettant l'appropriation des connaissances scientifiques qui sont mises en jeu dans le débat. Sur l'échelle relativisme-positivisme, l'approche didactique des questions vives m'apparaît donc particulièrement pertinente pour contribuer à « définir le paradigme stable au sein duquel prennent sens les controverses, si l'on veut éviter que des idéologies non démocratiques ne s'engouffrent dans la brèche d'un relativisme généralisé » (Legardez & Simonneaux, 2006, p. 9).

Définitions des questions socialement vives : une approche didactique de l'enseignement des controverses

L'approche par les questions socialement vives s'inscrit dans une perspective didactique puisqu'elle analyse les controverses dans la manière dont elles reconfigurent les rapports au sein du système didactique – composé selon Chevallard (1985) des trois pôles du savoir, de l'apprenant et de l'enseignant – mais aussi entre les différentes formes de savoirs elles-mêmes. Or, c'est bien la spécificité de la didactique que de considérer que « la particularité des savoirs enseignés détermine des modes d'apprentissage et des modalités d'enseignement particuliers » (Develay, 1997, p. 64). Legardez & Simonneaux (2006) adoptent ainsi une grille d'analyse qui distingue trois « genres » de savoirs : les savoirs de références, ou savants, les savoirs sociaux, ou naturels, et les savoirs scolaires.

Figure 3. « La gestion des rapports aux savoirs dans l'enseignement : savoirs de référence, savoirs sociaux et savoirs scolaires » (Legardez & Simonneaux, 2006, p. 21)



A partir de cette grille d'analyse, les questions socialement vives sont définies selon trois niveaux de vivacité (Legardez & Simonneaux, 2006) :

1. Une *vivacité dans la société*, comme la caractérise par ailleurs l'approche SSI : la question suscite l'intérêt des individus et des groupes sociaux, elle provoque le débat, mobilise des représentations, des valeurs, des arguments souvent filtrés via le prisme médiatique.

2. Une *vivacité dans les savoirs de références* : une question vive, si elle provoque largement le débat dans la société, mobilise aussi les acteurs des champs professionnels et disciplinaires directement concernés par la problématique posée. Aux fondements de la question vive, il existe donc souvent un conflit de paradigmes scientifiques non stabilisés. La question est donc déjà vive d'un point de vue épistémique.
3. Une *vivacité dans les savoirs scolaires* : la double vivacité sociétale et épistémique a de la résonance au sein de l'école. Les débats qui ont lieu en société sont introduits en classe et transposent leur vivacité aux différents niveaux du dispositif éducatif.

Au sein des curricula, les questions socialement vives ne prennent pas forcément la forme de questions : elles sont parfois déjà présentes de manière latente dans les objets scolaires mais ne sont pas pour autant problématisées. Certaines questions vives sont émergentes car nouvelles, nanotechnologies ou nouvelles techniques d'édition du génôme par exemple, tandis que d'autres sont latentes ou résurgentes car elles convoquent des éléments qui ont déjà fait débat, telles que les questions de laïcité, de genre, ou celle du nucléaire par exemple. Le traitement scolaire des questions socialement vives est très souvent pluri-, inter- ou trans-disciplinaire, selon trois modalités :

- l'étude de la question vive est traitée dans une seule discipline mais fait appel à des éclairages d'autres champs ;
- l'étude de la question vive convoque deux ou davantage de disciplines scolaires, comme à l'école primaire ou dans l'enseignement agricole par exemple ;
- l'étude de la question vive prend place au-delà d'un cadre disciplinaire et intègre des enseignements de type "éducation à..." (la santé, l'environnement, la citoyenneté, aux médias, etc).

Du fait de la nature mouvante des questions vives et des nouveaux rapports aux savoirs que son traitement scolaire implique, l'introduction de ces questions en classe pose un certain nombre de questions didactiques, dont celle de leur enseignabilité.

c. De l'enseignabilité des controverses socio-scientifiques

1. Légitimité des savoirs scolaires et questions socialement vives

Nous l'avons vu, l'enseignement des questions socialement vives tend à replacer les sciences dans le champ social et réinterroge les rapports aux savoirs au sein du système didactique. L'une des questions posées par la montée en puissance de l'enseignement des questions vives est aussi celle de la légitimité de leur enseignement et de certains types de savoirs qu'ils véhiculent. L'enjeu de la légitimité procurée par l'institution, par des acteurs sociaux extérieurs à l'École ou par l'ensei-

gnante ou l'élève elles-mêmes est un enjeu qui peut être un facteur déterminant dans la perception de la question, mais aussi a fiortiori de ses incertitudes. Dans un article au titre évocateur (« De la question socialement vive à l'objet d'enseignement : comment légitimer des savoirs incertains ? »), Alpe & Barthes (2013) questionnent les processus de légitimation des savoirs scolaires pour mieux comprendre la spécificité des questions socialement vives en tant qu'objets d'enseignement. Faisant tout d'abord le constat de l'existence d'un sentiment général de défiance vis-à-vis des savoirs scientifiques de référence, et donc des savoirs scolaires qui sont établis à partir des premiers, ils estiment que « le caractère programmable des savoirs scolaires, la nécessité de penser des cursus pluriannuels se conjuguent mal avec les nécessités d'une permanente mise à jour des savoirs » (Alpe & Barthes, 2013, p. 4). C'est aussi toute la problématique de la distance entre l'École et la société, que j'ai déjà abordée : le temps social qui est celui des controverses socio-scientifiques, connaissant en outre l'accélération propre au recours croissant aux médias numériques, n'est pas celui du temps scolaire, nécessairement inscrit dans une planification essentielle à l'organisation et la légitimation des activités d'enseignement. Ce constat est un des facteurs possibles du phénomène que décrivent Chevallard & Ladage en opposant deux paradigmes scolaires, l'un de visite rétro-active des « monuments » scientifiques (2010, p. 2), l'autre de questionnement pro-actif du monde. Le rapport à la temporalité tient dans cette opposition une place prépondérante. Comment dès lors fonder la légitimité de l'enseignement des questions socialement vives, qui ne saurait reposer sur l'unique argument d'une temporalité quasi synchrone avec les controverses qui agitent notre société, même si elle est la plus susceptible de susciter l'engouement immédiat des élèves ? Pour Alpe & Barthes, l'enseignabilité des savoirs relève de trois types de légitimité (2013, p. 4) :

1. la légitimité institutionnelle qui constitue l'« offre scolaire » ;
2. la légitimité scientifique faite de « savoirs abstraits » qui constituent les savoirs de référence ;
3. la légitimité sociale qui quant à elle se réfère à « des pratiques sociales ».

À ces trois niveaux s'ajoutent ensuite la question de l'appropriation et de l'usage de ces savoirs de la part des apprenants, acteurs sociaux à part entière. Dans certains cas, la légitimité scientifique suffit à fonder l'enseignement d'un savoir, comme dans le cas des mathématiques par exemple où les savoirs ne font pas l'objet d'un débat quant à leur légitimité (si ce n'est l'intervention de Chevallard). Dans d'autres, tel que celui de l'Éducation Physique et Sportive, c'est la pratique sociale qui constitue majoritairement la référence légitimante de l'enseignement, celui-ci étant davantage centré sur des méthodes pour l'action, qu'elle soit physique ou stratégique. Enfin, dans le cas des questions vives, aucun type de légitimité ne saurait justifier à lui seul l'enseignement de controverses contemporaines selon Alpe & Barthes, ce qui me semble un argument valable pour le cas de l'éducation nationale. Ceci-dit, dans l'enseignement agricole, de nombreuses questions vives se sont construisent sur des croisements entre ces trois types d'étayages, avec certains savoirs de référence qui sont des savoirs professionnels. La légitimité de ces objets d'enseignements se construit donc à la lisière de différents types de légitimation, entre valeurs institutionnelles, savoirs incertains et demande sociale. Dans cette situation, la procédure de construction de la légitimité de ces enseignements diffère bien, ce qui influe la stratégie didactique qui sera ensuite déployée. En outre, cette légitimité dépend des

représentations que la société se fait du rôle de l'École, de son utilité, de sa place dans les parcours de vie, de la définition et de l'importance des notions de réussite scolaire et sociale… Mais elle dépend aussi de la manière dont la société projette des fonctions « non-scolaires » sur le projet éducatif pris dans son acception générale. Alpe & Barthes ajoutent que « ce dernier aspect est particulièrement important quand ils 'agit de questions socialement vives, renvoyant à de l'incertain ou de l'indéterminé » (2013, p. 7).

2. Quelles spécificités ?

Outre la question de la légitimité des savoirs enseignés, les questions socialement vives se révèlent spécifiques quant à des aspects tout aussi cruciaux du processus éducatif. Mon propos est ici de caractériser et de synthétiser à partir des études déjà menées (Albe, 2009 ; Legardez & Alpe, 2001 ; Legardez & Simonneaux, 2006 ; Simonneaux & Legardez, 2011) la spécificité de l'enseignement des questions socialement vives, pour mieux analyser ensuite sa faisabilité et les facteurs qui peuvent la déterminer. Premièrement, il existe des phénomènes de « problématisation, reproblématisation, déproblématisation » des questions vives, dus aux *risques d'enseigner* ressentis par les enseignants : « l'estimation par l'enseignant des risques liés aux degrés de vivacité de ces questions le conduit en effet à chercher à en activer ("réchauffer") ou à en neutraliser ("refroidir") l'enseignement dans la classe ou dans le groupe d'apprentissage » (Legardez & Simonneaux, 2006, p. 25). Deuxièmement, ces risques d'enseigner seront vécus différemment selon le *degré de vivacité* de la question vive qui est traitée. Le degré de vivacité ressenti dépend de l'actualité, du contexte social de la classe, mais aussi des représentations de l'enseignant qui sera plus ou moins à l'aise avec le débat en cours. L'instabilité des contextes relatifs à la question peut rapidement faire varier cette vivacité dans un sens ou dans un autre. Troisièmement, l'enseignement des questions socialement vives interroge la *légitimité des acteurs enseignants* : sur quelle justification s'appuyer pour enseigner les controverses ? Sur une demande sociale, sur une meilleure compréhension de la démarche scientifique, sur une nécessaire résonance avec l'actualité ? Et, par conséquent, quels savoirs légitimer en tant qu'enseignantes dans l'analyse de la question ? Dans l'action didactique, des distances seront construites avec les savoirs scolaires de référence par une adaptation pragmatique des curricula par l'enseignant, par des dévolutions ou des transpositions (Chevallard, 1985). Mais l'utilisation de savoirs sociaux par les apprenants face à une question problématique peut également faire l'objet d'une prise de distance de la part de l'enseignant qui cherche à objectiver les débats. Dans l'introduction des questions vives en classe, l'enseignante est davantage exposée à cette gestion fine et différenciée des rapports aux savoirs puisque le savoir scientifique de référence n'est plus le seul convoqué et est soumis à une forte réflexivité.

3. De l'intentionnalité à la contrainte : tentative de caractérisation du positionnement enseignant quant aux questions socialement vives

Une intentionnalité forte de la part des enseignants, influencée par des

Dans une enquête par questionnaires, Albe & Simonneaux (2002) ont étudié l'intentionnalité des enseignants vis-à-vis de l'enseignement de questions socialement vives. Cette enquête a eu pour public cent quatre-vingt trois enseignants en formation de lycées agricoles issus de différentes disciplines, certains n'ayant pas d'expérience, d'autres ayant déjà connu trois ans de pratique. En utilisant la théorie du comportement planifié proposé par Ajzen dans le champ de la psychosociologie pour mener leur analyse, les auteures ont cherché à découvrir les intentions des enseignantes qui pourraient les amener à adopter le comportement en question – enseigner les questions socialement vives – et à en tirer des conclusions sur les enjeux de formation des professionnels de l'éducation. Dans l'étude, trois questions visaient à mesurer trois variables :

1. l'attitude des enseignants quant à l'importance d'enseigner les questions socialement vives ;
2. la perception des normes externes et internes à l'école pouvant influer sur l'enseignement des questions socialement vives ;
3. la perception de la capacité à maîtriser l'enseignement des questions socialement vives.

Les résultats démontrent tout d'abord une intentionnalité propice à leur enseignement et centrée autour de la volonté de former des élèves-citoyens : les justifications des enseignantes interrogées placent ainsi en tête les trois arguments « pour l'ouverture d'esprit des élèves », « pour développer l'esprit critique des élèves » et « pour former à la citoyenneté »[39]. Ensuite, les normes perçues comme influentes sur la mise en place de l'enseignement des questions vives sont en premier lieu la conception personnelle de l'enseignement, puis l'intérêt personnel à le faire. Viennent ensuite « l'évolution de la société », « les élèves » et « l'actualité »[40]. Ces résultats montrent une justification principalement portée sur un souhait d'émancipation professionnelle et personnelle qui pourrait donc passer par les nouvelles pratiques proposées par les questions socialement vives, mais aussi sur une aspiration sociale à aborder ces questions en classe. Enfin, les éléments considérés comme importants pour maîtriser l'étude des questions socialement vives en classe sont d'abord le fait d'« avoir du temps en classe pour mener ce type d'activité », « travailler en pluridisciplinarité », « avoir du temps » et « savoir conduire un débat », ce qui est très révélateur du point de vue des besoins de formation. En effet, si l'intentionnalité enseignante semble forte au regard des taux statistiques élevés allant dans le sens de l'enseignement des questions vives, « [la] posture déclarée [des enseignants], globalement favorable, ne nous permet d'inférer que leur comportement sera en adéquation » (Albe & Simonneaux, 2002, p. 150).

Une seconde étude par questionnaire menée par Simonneaux & Simonneaux (2009) confirme cette intentionnalité forte des enseignants de la filière agricole. Sur un total de cinquante-cinq enseignants interrogés par questionnaire, cinquante-deux ont estimé qu'il était intéressant d'introduire les controverses socio-scientifiques

[39] Pour davantage d'éléments statistiques, voir le tableau 4 dans Albe & Simonneaux, « L'enseignement des questions scientifiques socialement vives dans l'enseignement agricole : quelles sont les intention des enseignants ? », *ASTER*, n°34, 2002, p. 139.

[40] Voir le tableau 6 dans Albe & Simonneaux, *opus citatum*, p. 140.

dans l'apprentissage. En outre, dans cette enquête, une partie des questions visait à caractériser les représentations de la nature des sciences et de la recherche chez les enseignantes et l'influence d'une formation à l'enseignement des controverses sur ces représentations. Selon les résultats, il existerait une ambivalence dans la représentation enseignante initiale : la recherche scientifique fondamentale est perçue comme majoritairement bénéfique pour la société et comme une source de vérités. Dans le même temps, beaucoup de répondants aux questionnaires estiment que la science véhicule risques et incertitudes et qu'elle ne serait pas en capacité de résoudre les inégalités sociales et les problèmes d'alimentation dans le monde. Les auteurs émettent alors l'hypothèse que cet apparent paradoxe est dû à la représentation d'une science fondamentale cloisonnée et autonome, qui ne peut être qualifiée intrinsèquement de positive ou négative contrairement à ses applications techniques potentielles. Pourtant, la notion de technoscience a largement remis en cause cette dissociation (Bensaude-Vincent, 2009). Cette étude sur la perception du corps enseignant soulève l'imbrication entre la conception initiale de la science et la manière dont l'enseignement des controverses est abordée : l'enseignant est en effet un sujet social, doté d'une certaine vision de la science, de ses modes de productions, de ses conséquences sur la société. Ces éléments influent directement sur la conception de l'apprentissage et il est donc indispensable pour moi de les prendre en compte. À ce propos, Simonneaux & Legardez (2011) ont identifié plusieurs facteurs qui pourraient influencer les enseignants dans la mise en place des questions socialement vives :

- leurs représentations sociales ;
- leurs systèmes de valeurs ;
- leurs identités socio-professionnelles et culturelles qui peuvent varier en fonction du lieu d'enseignement, mais aussi des filières et des disciplines enseignées ;
- leurs perceptions des normes internes et externes ;
- leurs postures à tenir dans le cadre d'une institution-école qui a ses propres exigences et ses propres contraintes ;
- leur sentiment de confiance, en eux-mêmes, envers les formateurs, envers les modes d'apprentissage, envers les contenus abordés, etc.

Ces facteurs peuvent de surcroît expliquer pourquoi, dans la pratique, l'enseignement des questions socialement vives est encore au mieux minimisé ou complètement neutralisé. Ils peuvent en outre constituer des pistes de travail intéressantes pour penser mon enquête de terrain et mes interactions avec les acteurs, en relation avec mes questions de recherche, formulées dans le chapitre suivant.

Des contraintes qui réduisent ou neutralisent les questions socialement vives dans la pratique

De manière paradoxale, malgré une intentionnalité forte, l'enseignement des questions socialement vives est souvent neutralisé dans les pratiques pédagogiques. Voici, à partir des références déjà citées, les contraintes majeures que j'identifie comme à l'origine des réductions voire des neutralisations de l'introduction des questions vives à l'école.

- *De l'inertie quant à la représentation de la nature des sciences et de leur enseignement* :

La représentation courante des sciences chez ces enseignantes est celle d'une « science-vérité » (Albe, 2009), où la démarche scientifique est d'abord une production empirique de preuves qui sont elles-mêmes considérées comme des faits absolus. Dans cette représentation, peu de place est laissée à la prise en compte du contexte social et économique qui a vu naître ces preuves : « les propos tenus par les enseignants que nous avons interrogés relèvent d'une vision traditionnelle de l'enseignement des sciences centrée sur les concepts scientifiques, considérés comme n'ayant pas de relation avec des questions sociales » (Albe & Ruel, 2008, p. 138). Il me semble donc judicieux de parler de sédimentation des savoirs en tant que contrainte majeure de l'enseignement des questions socialement vives. Comment en effet introduire en classe des questions par définition mouvantes, invoquant des savoirs scientifiques non stabilisés, quand on se représente habituellement ces savoirs en tant que vérités définitivement acquises ?

- *L'épine de la neutralité des enseignants* :

Les questions socialement vives font se confronter les opinions et les systèmes de valeurs. Plus que d'autres, ces questions soulèvent une problématique toujours latente pour l'enseignant relative à sa déontologie professionnelle, celle de sa neutralité vis-à-vis de la question vive traitée, et donc des élèves et du groupe classe. Que faire face aux enjeux d'actualités ? Énoncer clairement sa position personnelle ? La taire ? L'enseignement des questions vives apporte un nouveau regard à ce vieux débat pédagogique, tel que je l'évoquerons dans la partie suivante.

- *La feinte de l'esprit critique* :

Il existe un fossé non comblé entre les objectifs affichés d'exercice de l'esprit critique dans les curricula et les pratiques effectives en classe. Dans les programmes officiels en effet, le développement de l'esprit critique est présenté de manière redondante, dans la plupart des disciplines, comme une des finalités de l'enseignement. Mais à l'école, la réalité pédagogique semble différente : « l'esprit critique apparaît plus comme un vœu pieu qu'une priorité » (Albe, 2009, p. 163). Par manque de volonté institutionnelle, par manque de formation des enseignants, mais aussi en raison des contraintes pratiques qu'il me reste à évoquer, il semblerait que l'usage de la critique soit donc davantage un objectif théorique qu'une pratique réelle. Dans le cas de l'histoire-géographie, Tutiaux-Guillon (dans Legardez & Simonneaux, 2006) souligne le fait que même lorsque la pratique critique est convoquée en classe, elle ne porte pas sur le contenu scolaire lui-même et ne consiste pas du tout à adopter une démarche réflexive. L'esprit critique servirait au contraire ici une centration autour des concepts disciplinaires, en favorisant le renforcement d'une certaine représentation de la nature des sciences : « l'esprit critique est au service d'un texte consensuel que tous les jeunes doivent s'approprier » (Tutiaux-Guillon dans Legardez & Simonneaux, 2006, p. 126) et ne permet alors que le renforcement d'une certitude positiviste autour du savoir en question. Finalement, « les finalités critiques ne supposent donc pas une confrontation des visions du monde » et ne s'inscrivent donc pas dans la perspective proposée par l'enseignement des questions socialement vives qui cherche à expliciter les valeurs en jeu et les contextes sociaux de produc-

tion des savoirs. Au vu du décalage entre curricula et pratiques, je qualifie cet élément de feinte de l'esprit critique. De surcroît, je fais l'hypothèse que le biais constaté en histoire-géographie puisse être le même en sciences expérimentales, voire soit accentué, surtout dans le traitement non réflexif des controverses où la conception d'une science-vérité est susceptible de renforcer une forte hiérarchisation des savoirs en jeu.

- *Un ensemble de contraintes pédagogiques, institutionnelles, matérielles* :

Ce dernier type de contraintes sont des freins pratiques et techniques à l'enseignement des questions socialement vives : ils réduisent la marge de manœuvre des enseignantes et remettent en cause des pratiques professionnelles bien ancrées, soulevant ainsi des enjeux de formation. La première contrainte que j'identifie dans ce cadre est celle du temps. Albe & Simonneaux (2002) la relèvent comme une des contraintes principales soulignées par les enseignants eux-mêmes : « avoir du temps en classe pour mener ce type d'activité » est en effet la première condition évoquée par ceux-ci pour mener et contrôler un enseignement des questions vives dans leur classe. La seconde condition est le fait de « travailler en pluridisciplinarité » (*ib.*). Je l'ai développé, une question socialement vive fait appel soit à des savoirs en eux-mêmes transdisciplinaires, soit à des savoirs issus de différentes disciplines. Il est donc difficile, en France, pour des enseignants inscrits dans une logique disciplinaire très forte depuis le début de leurs études de s'extraire momentanément du cloisonnement par disciplines et d'adopter des cadres souples pour traiter des controverses. J'ajoute que cette contrainte bien précise est également reliée aux questions d'identités professionnelles et à la manière dont les enseignants se conforment, ou non, aux pratiques dominantes ou aux discours portés par l'institution-école par rapport à l'approche disciplinaire. Enfin, les difficultés liées à l'évaluation scolaire constituent un autre frein pédagogique important à l'enseignement des questions socialement vives. Ce qu'Albe & Ruel évoquent à propos du baccalauréat est aussi valable pour les autres étapes évaluatives du cheminement scolaire : « le défi de leur travail [aux enseignants] » est de « trouver une réponse adéquate pour préparer les élèves à l'examen du bac qui, soit dit en passant, s'intéresse à vérifier chez les élèves l'appropriation de concepts scientifiques établis plutôt que la nature des enjeux reliés à des questions scientifiques socialement controversées » (2008, p. 138). Il existe en effet une opposition entre les modes d'évaluations classiques, utilisés en France depuis des années et relatifs à une représentation des sciences emprunte de positivisme, et les modes d'enseignement particuliers liés aux questions socialement vives, centrés autour d'une socio-épistémologie des savoirs modérément relativiste. Cette contrainte pédagogique limite forcément les enseignantes dans leurs pratiques et leurs innovations, puisqu'elles cherchent avant tout à bien préparer les élèves aux examens et aux évaluations de toutes sortes qui font référence pour l'institution. L'animation de débats, qui est une des caractéristiques de l'enseignement des questions vives, se confronte également à ce genre de freins.

Pour moi, ces quatre types de contraintes constituent quatre enjeux majeurs des enseignants de science dans une visée d'enseignement de questions socio-scientifiques controversées. Dans un travail de contextualisation socio-épistémologique, elles sont aussi à relier aux différents formes d'incertitude propres aux technosciences que j'ai commencées à identifier précédemment.

Le cas de la posture enseignante au cours d'un débat argumenté

Albe & Simonneaux, dans leur enquête par questionnaires, montrent l'existence de cette représentation saillante chez les enseignants : « enseigner des sciences c'est enseigner des faits, des certitudes, ces questions impliquent de s'aventurer sur des registres pour lesquels ils ne se sentent aucune légitimité, et mener un débat c'est gaspiller du temps précieux et se mettre en péril » (2001, p. 149). Cette dernière assertion de « mise en péril » est extrêmement révélatrice selon moi : elle pointe du doigt le rapport problématique des enseignants à la mise en débat des certitudes scientifiques qui sont habituellement enseignées selon un processus linéaire et additionnel. De ce point de vue, la question de la posture enseignante au sein d'un débat argumenté sur une question socialement vives me semble un exemple intéressant pour comprendre le décalage entre intentionnalité et pratique. La neutralité issue des principes déontologiques de la profession enseignante est au cœur de cette question. Si ce n'est pas le sujet principal de mon travail de thèse, je souhaite tout de même détailler ce point, parce que je considère qu'il illustre à merveille les diversités de positionnement possibles qui peuvent exister dans le champ professionnel par rapport aux questions vives et qu'il met en débat des visions éducatives différentes qu'il m'appartient aussi de discuter. Ainsi, dans les années 1980, les sciences de l'éducation ont interrogé la problématique de la neutralité enseignante dans le traitement des controverses en classe et différents positionnements ont été exprimés :

- Stenhouse (1983) argumente en faveur de la « neutralité procédurale » où l'enseignant se tient au-dessus du débat, ne clarifiant pas sa position ;
- Stradling (1985) critiquera cette proposition en admettant la difficulté pour les enseignants de maintenir cette neutralité dans la pratique tout en préservant le contrat de confiance informel noué avec le groupe classe ;
- Kelly (1986) proposera ensuite une posture d'« impartialité engagée » au sein de laquelle l'enseignant garantit l'examen de tous les arguments en jeu mais explicite son propre point de vue auprès de la classe.

Ce dernier auteur a par ailleurs synthétisé quatre postures enseignantes face aux controverses, dont celle de l'impartialité engagée qu'il recommande, identifiant pour chacune d'entre elles les arguments favorables afin de mieux les critiquer :

1. Une posture de *neutralité exclusive* qui soutient l'idée que les enseignants n'introduisent même pas d'objets controversés dans la classe afin de préserver la neutralité totale de l'institution-école. Cette position est corrélée à une représentation positiviste où l'enseignement des sciences serait totalement indépendant des questions de valeurs. Du fait de mon cadre théorique et des orientations de la didactique des controverses, cette position m'apparaît évidemment intenable. Kelly évoque lui-même « l'impossible neutralité » (1986, p. 115), la posture de neutralité totale étant absolument intenable. Par les choix curriculaires des programmes, par les méthodes pédagogiques et les outils adoptés par les enseignants, par les modalités pratiques mises en place dans les classes, aucun enseignement ne peut avoir la présomption de se revendiquer d'une neutralité exclusive. En outre, à l'instar de Kelly et dans la continuité de notre réflexion sur la distance entre l'école et la société, cette position me semble également indésirable socialement : « une politique de l'école qui exclut de façon préventive la discussion de ces préoccupations

réelles transmet le message irresponsable que le travail scolaire n'a pas de rapport vital avec les vrais enjeux de la vie »[41] (1986, p. 116).

2. Une posture de *partialité exclusive* où l'enseignante cherche délibérément à présenter un point de vue sur une question controversée comme le plus légitime et le plus rationnel par rapport aux autres. Le choix de cette position peut s'expliquer par le besoin de l'école d'apporter des réponses, des certitudes, des cadres stables aux demandes sociales qui traversent le processus éducatif. Bien sûr, la partialité exclusive affaiblit considérablement l'ambition intellectuelle de l'école en privilégiant le besoin de certitude à l'appréhension de la complexité et au développement de l'esprit critique. Dans la nuance entre enseignement et éducation, cette seconde posture fait clairement le choix d'un enseignement qui consiste en une transmission linéaire et rigide de savoirs prêts-à-l'emploi.

3. Une posture de *neutralité impartiale* qui serait instinctivement privilégiée par les enseignants débutants selon Kelly. Cette troisième proposition est favorable à l'introduction d'objets controversés en classe mais ne laisse pas la possibilité à l'enseignant d'énoncer son propre point de vue. Kelly explique la préférence habituelle pour cette posture par différents facteurs. La tradition du service public qu'est l'école où les enseignantes sont davantage vus comme des techniciennes devant appliquer les programmes officiels et n'ont pas la marge de liberté leur permettant d'exprimer leur point de vue en tant que sujet autonome. La prudence politique qui amène à minimiser et à refroidir toutes les sources potentielles de conflit ainsi que la vision rationaliste des sciences en sont d'autres explications. Enfin, le besoin de sécurité des enseignants évoqué par l'auteur constitue pour mon analyse un autre facteur explicatif important : « pour cacher leur insécurité et protéger leur crédibilité en tant que figures d'autorité, [les enseignants] adoptent la posture du silence et de la neutralité »[42] (1986, p. 124). Ne voulant pas menacer la légitimité de leur statut auprès de leurs interlocuteurs, les enseignantes cacheraient ainsi leur propre état d'incertitude dans une forme de neutralité. Kelly critique longuement cette troisième posture. L'école ne constitue plus l'unique référent social pour les jeunes individus, influencés dans leur construction par les autres groupes sociaux dans lesquels ils évoluent, les références culturelles auxquelles ils s'identifient, les filtres médiatiques par lequel ils regardent le monde. L'idée d'une école universellement neutre constitue désormais une illusion. Dès lors, le silence d'un professeur, qui serait pourtant lui-même l'organisateur du débat dans la classe, apparaît comme contradictoire : alors que tous les acteurs semblent prendre position dans la société, l'école serait le seul lieu où les élèves ne pourraient comparer leurs propres représentations à celles des adultes qui y sont présents ?

4. Une posture d'*impartialité engagée*, préférée par Kelly lui-même. En apparence paradoxale, cette position consiste pour l'enseignant à exprimer son propre point de vue sur la question controversée qui crée le débat, tout en garantissant les conditions impartiales d'examen et de critique des argu-

[41] « A school policy which preemptively excludes discussion of these real concerns communicates the irresponsible message that school work has no vital relationship to the real issues of life ».

[42] « To conceal their insecurity and protect their credibility as authority figures, [teachers] come to embrace the posture of silence and neutrality ».

ments qui interviennent dans ce débat. L'auteur justifie le choix de cette posture par trois facteurs principaux. D'une part, l'exigence d'intégrité et d'honnêteté de la part de l'enseignant rend nécessaire l'explicitation de son propre regard sur l'objet du débat. D'autre part, l'impartialité engagée participe à la construction de la citoyenneté chez les élèves : l'enseignant étant naturellement doté d'une certaine autorité du fait de son statut, le fait de replacer son point de vue dans le champ des arguments en présence en tant qu'argument critiquable permet une prise de recul à propos de la légitimité des autorités dans une société démocratique. Enfin, l'impartialité instaurée par l'enseignant permet un examen libre et collégial de tous les points de vue en jeu. En confrontant tous les types de rationalité, en permettant une discussion collective sur les valeurs impliquées par chaque point de vue, le dispositif éducatif favorise un apprentissage de la complexité, plus à même de former des citoyens adultes autonomes et critiques. Surtout, ces modalités de débat au sein de la classe sont bien plus proches des modalités de débat ayant cours entre individus au sein de la société, dans des contextes non-formels. La posture d'impartialité engagée favoriserait donc de surcroît l'authenticité de la démarche éducative.

Du fait de mes orientations théoriques, je considère cette proposition de Kelly comme la plus opératoire concernant la position des enseignants au cours d'un débat argumenté en classe. Dans certains contextes, cette posture est assumée par les enseignants (De Bernardo & Molinatti, 2014). Toutefois, le besoin de sécurité des enseignants quant à leur propre légitimité scientifique ou la tentation pour l'école de s'éloigner des conflits de valeurs posent encore cette question de la neutralité. Il faut aussi mettre cela en perspective avec le contexte institutionnel d'exercice des professeurs. L'éducation nationale française comprend dans ses principes déontologiques une obligation de réserve qui s'applique à tous les fonctionnaires de l'enseignement (et donc également à l'enseignement agricole public), définie comme suit : « L'obligation de réserve oblige les fonctionnaires à exprimer leurs opinions de façon prudente et mesurée, de manière à ce que l'extériorisation de leurs opinions, notamment politiques, soit conforme aux intérêts du service public et à la dignité des fonctions occupées. »[43] La circulaire n°2007-077 publiée le 29 mars 2007 précise également que « la recherche de l'objectivité scientifique doit rester le but de l'Éducation nationale, il en va de sa crédibilité et du respect de ses principes fondamentaux »[44]. Ces règles déontologiques instaurent une forme d'exigence de neutralité et d'objectivité envers les enseignants, ce qui peut expliquer en partie les difficultés vécues dans l'appréhension des questions socialement vives. La neutralité existe-elle seulement ? L'objectivité scientifique est-elle possible ? Ces interrogations sous-tendues par les objets d'étude particuliers que sont les questions socialement vives rentrent en tension avec les attentes institutionnelles et ne sont donc pas sans provoquer un certain nombre de conflits pour des professionnels de l'éducation qui, dans la pratique et l'exercice de leur liberté professionnelle, négocient de manière pragmatique entre tous ces attendus du contrat pédagogique.

---

[43] Fiches pratiques Légamédia, « Le devoir de réserve », disponibles sur : <http://eduscol.education.fr/archives/legamedia>.

[44] Circulaire n°2007-077 du 29/03/2007 relative à l'éducation au développement durable, disponible sur : <http://www.education.gouv.fr/bo/2007/14/MENE0700821C.htm>.

Les éléments que je viens d'apporter dans la construction de mon approche théorique montrent une chose : l'introduction des questions socialement vives dans la classe n'est pas aisé à appréhender pour les enseignants, pour différentes raisons. Le choix que je fais est maintenant de concentrer ma recherche sur la question des incertitudes. En effet, si les questions socialement vives sont délicates à manier pour les professeurs de sciences, j'émets l'hypothèse que c'est aussi parce qu'elles présentent une émanation particulière de la science, instable, ouverte, évolutive, laissant le champ à des indéterminations de toutes sortes. Mon but est donc désormais d'articuler ce constat, ainsi que les finalités et les méthodes de la didactique des questions vives que j'ai exposées, avec une contextualisation socio-épistémique des incertitudes véhiculées par les technosciences controversées.

III. Questions socialement vives : comment caractériser les incertitudes des technosciences controversées ?

Où il est question d'étymologie, d'incertaineté, de formes socio-épistémiques, de mesures physiques, d'éducation encore, de compliqué, de complexe, de chaos, de créativité, et, même, de déchets nucléaires.

a. « Vivre dans un monde incertain »

1. La brèche fondatrice du débat épistémologique

La remise en cause de la certitude est au cœur de la problématique épistémologique des sciences expérimentales. De Bachelard à Wittgenstein, le statut de la certitude scientifique a largement été réinterrogé depuis le *cogito* de Descartes (1905), qualifié de « première certitude » (Piclin, 1984). La philosophie cartésienne postulait initialement que la finalité de l'esprit scientifique était d'obtenir un bloc solide et irréductible de certitudes. L'exercice indispensable du doute dans la démarche scientifique est alors pour Descartes le moyen d'élaguer les assertions invérifiées pour atteindre le graal de la recherche : une certitude claire, nette, par conséquent indubitable, qui tient lieu de vérité sur le monde. Les philosophies des sciences des siècles suivants se sont chargées de critiquer cette vision cartésienne de la production des savoirs. S'il ne m'appartient pas ici d'en dresser un tableau exhaustif, je souhaite toutefois m'attarder sur deux propositions philosophiques, parce qu'elles ont en partie fondées le choix de mon entrée théorique par l'angle des incertitudes. La première, celle de Bachelard (1927), postule que tout savoir scientifique est une forme d'approximation. L'épistémologue utilise notamment l'exemple des ordres de grandeurs qui permettent d'appréhender les phénomènes physiques : ces ordres sont censés signifier l'invisible, l'inatteignable, l'infini parfois. Ils ne peuvent, par leur traduction mathématique, qu'approcher la description du réel et non revendiquer une exactitude certaine. Selon Bachelard, le progrès scientifique s'effectue alors selon une progression dans le degré d'approximation des savoirs. Les mesures sont affinées au fur et à mesure des recherches mais ne pourront jamais prétendre au statut de la certitude absolue. C'est dans le cadre de ce constat que Bachelard parle de connaissance approchée. Wittgenstein ensuite (1969/2006), renverse le scepticisme cartésien : il postule que les certitudes que nous considérons comme acquises sont le point de départ de la pensée et non des constructions intellectuelles élaborées. Pour le philosophe, ces certitudes sont un réflexe animal et nous serions naturellement amenés à considérer les plus simples assertions comme certaines, afin de construire un cadre de sens commun qui nous permette d'appréhender le monde. Il utilise la métaphore du gond pour caractériser les certitudes : « les *questions* que nous nous posons et nos *doutes* reposent sur le fait que certaines propositions sont soustraites

au doute – sont, pour ainsi dire, comme des gonds sur lesquels tournent nos questions et nos doutes » (Wittgenstein, 1965, p. 98). De ce point de vue, ces certitudes qui ont une fonction de base épistémique ne sont pas des objets de la connaissance en tant que tels, ils en sont plutôt le point de départ instinctif. Que nous apprend alors la philosophie de Wittgenstein sur le statut de la certitude ? Le propos de l'ouvrage est en fait de reconsidérer la place du doute dans la manière dont nous créons des connaissances. Si « ce n'est ni la connaissance ni le doute qui se trouve au fondement de la connaissance, mais une certitude animale, une certitude en acte qui a la légèreté, mais aussi l'inexorabilité du réflexe » (Moyal-Sharrock dans Wittgenstein, 1965, p. 13), Wittgenstein n'accorde pas cette indubitabilité aux connaissances élaborées qui, elles, ne peuvent jamais être considérées comme des certitudes avérées. La certitude est donc ici un besoin spontanné de l'être humain, en tant que manière de donner une structure, notamment linguistique, aux cadres de compréhension communs, mais n'est pas un statut épistémologique attribué à la connaissance scientifique.

2. Le temps des incertitudes

Le débat épistémologique a traversé l'histoire de la philosophie des sciences. Les deux regards que j'ai choisi de présenter précédemment sont pour moi représentatifs du changement de posture vis-à-vis de la prétention des connaissances scientifiques à la certitude : les sciences proposent une description et une compréhension du réel qui ne peut revendiquer le statut de l'exactitude certaine. À cela s'ajoutent de nombreuses contributions philosophiques et sociologiques majeures, dont une qui s'est révélée pionnière dans la description du processus scientifique comme un processus régi en grande partie par des facteurs sociaux (Kuhn, 1983). Les apports de la sociologie des sciences, dont ceux de Latour (1989), ont renforcé ce constat selon lequel les connaissances scientifiques sont socialement construites, au moyen d'interactions, de poursuites d'intérêts, de luttes constituées d'actions instrumentales, passionnelles, politiques ou encore spirituelles et ne dépendent donc pas d'une unique et pure rationalité externe à l'être humain, donc ontologiquement supérieure. Toutes ces contributions à notre entendement de la chose scientifique, parfois contradictoires, mais ayant le mérite de dépasser les cadres de pensée précédents, ont créé beaucoup de distance avec l'idée que le socle du savoir était fait uniquement de certaineté.

Après des siècles de discussions philosophiques interrogeant la nature de la certitude elle-même, son contraire, l'incertitude, n'a été pensé qu'en négatif. Cet angle mort commence tout juste à être exploré, notamment au regard des évolutions des technosciences. Aux débats épistémologiques se sont en effet adjoints de multiples questionnements sur les conséquences du progrès scientifique et technique, telles que je les ai évoquées dans les parties précédentes. Le projet positiviste s'en trouve nettement altéré : non seulement la prétention des savoirs à la certitude intrinsèque n'est plus une finalité, mais la certitude philosophique que le progrès scientifique est mécaniquement bénéfique pour l'humanité est largement remise en cause. Les directions prises par la grande marche en avant des sciences n'est plus une affaire de communauté mais devient une question socio-politique à part entière. Funtowicz & Ravetz conceptualisent cette mutation en évoquant une science post-normale, au cœur de laquelle gravitent valeurs et incertitudes : « en soulignant les incertitudes

et la valeur de la science relatif au politique, [la science post-normale] contredisait implicitement des siècles de sagesse conventionnelle pour la science, où l'incertitude était maîtrisée, l'ignorance supprimée et le caractère soi-disant sans valeur de la science proclamé comme une grande valeur »[45] (S. O. Funtowicz & Ravetz, 1993, p. 641-642). La mise en débat publique de la science, de ses méthodes, de ses finalités, de ses conséquences génère en effet des incertitudes, ou en tout cas publicise celles qui étaient déjà là mais qui étaient appréhendées de manière internaliste par les communautés scientifiques. Les controverses socio-scientifiques ont de ce point de vue un rôle de catalyseur : « [le développement des sciences et techniques] a engendré toujours plus d'incertitudes et le sentiment que ce que l'on ignore est plus important que ce que l'on sait. Les controverses publiques qui en résultent accroissent la visibilité de ces incertitudes » (Callon, Lascoumes & Barthe, 2001, p. 37). Alors que le mythe du progrès sur lequel s'étaient construites les civilisations s'étiole proportionnellement au constat de l'ampleur des désastres sociaux et environnementaux, la direction à donner au progrès est devenue elle-même incertaine. Selon Morin, « à cela s'ajoutent toutes les incertitudes dues à la vélocité et à l'accélération des processus complexes et aléatoires de notre ère planétaire que ni l'esprit humain, ni un super-ordinateur, ni aucun démon de Laplace ne sauraient embrasser » (1999, p. 43). Le philosophe considère à ce titre que l'éducation à l'incertitude est un nouvel enjeu majeur : il le classe ainsi comme l'un des « 7 savoirs nécessaires à l'éducation du futur ». D'autres, en sciences de l'éducation, prônent le recours à la pensée non-dogmatique pour éduquer aux incertitudes (Favre & Simonneau, 2012) et expliquent notre difficulté à les affronter par un désir psychologique et émotionnel de sécurité nous maintenant dans une forme d'« addiction aux certitudes » (Favre, 2013). Sormany va jusqu'à prôner un principe de « partage de l'ignorance » comme colonne vertébrale de l'éducation scientifique en contexte non-formel : « que chacun puisse évaluer l'importance des questions irrésolues, l'étendue des incertitudes et des approximations, les limites de compétence. C'est souvent ce qui importe le plus en matière de débats sociaux » (Sormany, 1996, p. 65). L'éducation aux incertitudes, au vu des évolutions des technosciences, répondrait de ce fait à une attente sociale, celle de comprendre comment le sens du progrès n'est plus construit par les certitudes de la science, mais par la mise en débat de ses finalités.

b. Définitions

1. Ce que nous dit l'étymologie

Dans la première partie de mon exposé, j'ai utilisé des termes aux significations relativement proches et toutes relatives à la définition des technosciences que je propose. Risque, incertitude, indétermination, doute et ignorance constituent notamment les termes que je voudrais clarifier, pour étayer mon ancrage autour de la notion d'incertitude. Je discuterai ensuite ces catégories théoriques. Dans un premier temps, voici ce qu'un regard étymologique peut signifier pour chacun de ces

[45] « By emphasing the uncertainties and value loading of policy-related science, it implicity contradicted centuries of conventionnal wisdom for science, in which uncertainty was tamed, ignorance suppressed, and the supposedly value-free character of science proclaimed as a great value ».

cinq termes[46] :

Le terme de *risque* trouverait son origine dans l'italien "risco", lui-même issu du mot latin "resecum", littéralement "ce qui coupe". Le risque inclut de ce fait la possibilité, ou l'éventualité, d'un danger, d'un dommage, d'un inconvénient auquel le sujet est exposé et dont les potentialités d'existence dépendraient en partie du hasard. La dimension négative de la conséquence potentielle est étymologiquement forte dans le terme de risque : ce n'est que récemment, avec les expressions "avoir le goût du risque" ou les phénomènes de marchandisation du risque – assurances, placements financiers, etc – que la dimension positive du terme s'est développée.

Le terme d'*incertitude*, dans sa définition étymologique, est lié à son versant positif : ce qui est in-certain, du fait du préfixe négatif *in*, est ce qui est dépourvu de certitude. Le terme de certitude est lui-même emprunté du latin "certitudo", signifiant ce qui est assuré, vrai, et renvoyait alors son utilisation chrétienne à la certitude de la conviction religieuse. L'incertitude – mot qui était encore utilisé au XVIe siècle sous la dénomination d'*incertaineté*, à l'instar de son inverse la *certaineté* – exprime donc le caractère de ce qui n'est pas indubitable, assuré ou prévisible.

Le terme d'*indétermination* se réfère à l'inverse du verbe déterminer, provenant lui-même du latin terminus directement issu de son signifiant grec, la borne. Si l'on se réfère à cette origine, la notion d'indétermination inclut donc une absence de borne, de limite. Cette étymologie fait écho à l'acception contemporaine « d'une chose qui n'est pas définie, établie, délimitée avec précision » (CNRTL).

Le terme de *doute* comporte deux significations croisées. L'une, issue du verbe latin "dubitare", indique une hésitation, une incertitude quant à la véracité d'une affirmation, la sincérité de quelqu'un ou la pertinence d'une action. L'autre, utilisée en vieux français sous l'écriture "doubte", exprime plutôt une forme de crainte, de peur vis-à-vis de quelque chose. L'acception contemporaine du terme de doute semble davantage se porter sur la première signification, dans le sens d'une remise en cause d'une vérité ou d'un choix donné.

Le terme d'*ignorance* est moins ambivalent, désignant l'état d'un sujet qui ne connaît pas quelque chose. L'origine du terme se situe dans le verbe latin "ignorare", ignorer, où l'usage de la lettre *i* a fonction de privatif par rapport au radical "gnorus" ou "gnarus", c'est-à-dire "qui sait". L'étymologie de ce mot tend donc à définir l'ignorance comme le négatif du fait de savoir, de la connaissance.

2. Une clarification nécessaire : incertitude ou risque ?

Critique de l'appropriation instrumentale de la notion de risque

À partir de ce point de vue étymologique, je peux préciser comment ces définitions s'intègrent dans mon approche théorique. Dans les études de sociologie des sciences, et dans leurs pendants éducatifs, une pratique courante est d'amalgamer les notions d'incertitude et de risque en les plaçant dans les mêmes catégories de

[46] Les dictionnaires utilisés pour cette recherche étymologique sont le dictionnaire en ligne du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, <http://www.cnrtl.fr/>, Dir. Rey, *Dictionnaire historique de la langue française*, Le Robert, Paris, 2011, ainsi que le Littré en ligne, dictionnaire de la langue française, <http://www.littre.org/>.

pensée ou d'analyse. Pourtant, il me semble essentiel de les différencier. Pour Callon, Lascoumes & Barthe (2001), incertitude et risque sont de faux-amis : le premier est un état d'indétermination plus ou moins radical tandis que le second est un danger potentiel plus concret et plus facilement identifiable. Si j'adhère à cette distinction, je me dois de me prévenir de l'appropriation instrumentale qui en est faite dans un certain nombre de politiques d'anticipation et de gestion des risques. Dans le régime des technosciences, les risques sont censés être anticipés par une action rationnelle, mesurée, réfléchie, via l'usage du calcul ou de la modélisation notamment. La multiplication de ces outils d'anticipation – à propos de la question climatique par exemple avec les projections du GIEC – ou de diverses études d'impact illustre la prise en compte rationalisée de ces risques par les sociétés. Ce phénomène montre une prise en compte des attentes sociétales montantes, telles que les aspirations environnementales par exemple, par les acteurs de l'innovation scientifique et technique. Si l'on peut considérer que cette anticipation des risques permet au système dominant de désarmer en partie les critiques qui lui sont adressées depuis ses propres marges (Boltanski & Chiapello, 1999), il s'agit pour moi d'en faire une lecture critique. Jas & Boudia (2015) postulent que les modes de gouvernement des risques techniques, sanitaires et environnementaux par les sociétés s'inscrivent dans trois orientations :

1. Un *gouvernement par la norme* où la maîtrise, le contrôle sont primordiaux et suivent une « logique de confinement » (Jas & Boudia, 2015, p. 382). Les objets et substances produits par l'innovation et qui sont potentiellement dangereux sont limités dans leur usage ou dans l'espace dans lequel ils se déploient. Au sortir de la seconde guerre mondiale, alors que le nombre de produits nouveaux mis sur le marché sans que la société n'ait pu tester leur dangerosité toxicologique ou environnementale augmente de manière exponentielle, les autorités régulent les risques en produisant des normes limites d'exposition à ces substances. Ces normes sont davantage des compromis entre les différents acteurs – politiques, scientifiques, administrations, industriels, citoyens – que des seuils strictement basés sur des investigations scientifiques.

2. Selon les auteurs, la multiplication dans les sociétés occidentales des différents types de pollution, leur caractère irréversible et surtout l'émergence massive de mobilisations sociales à ce sujet à partir des années 1950 va faire évoluer ce mode de gestion vers un *gouvernement des risques*. Les autorités admettent que le contrôle absolu des risques n'est pas un objectif atteignable. Elles tentent alors de mettre en place « un nouveau contrat social reposant sur une reconnaissance partielle des risques et sur de nouvelles procédures d'évaluation, de gestion et de réparation » (Jas & Boudia, 2015, p. 387) dont le but est de favoriser l'acceptabilité des innovations, en démontrant la capacité des sociétés à prévenir les conséquences potentiellement négatives du progrès technique. Ce mode de gestion est basée sur une rationalisation très forte des risques et une minimisation des incertitudes qui les accompagnent : les risques sont modélisés, mathématiquement anticipés, traités par la machine, formalisés dans des algorithmes, mâchés dans des procédures, méthodologisés par la pensée rationaliste. Dès lors, « il ne s'agit plus de discuter de la pertinence de développer une activité donnée ou du choix de telle ou telle politique, mais de prendre pour acquis son développement et de tra-

vailler sur les meilleures conditions de confinement des problèmes qu'elle peut engendrer » (Jas & Boudia, 2015, p. 389). La dangerosité d'un phénomène devient alors acceptable à partir d'un certain niveau, déterminé par des méthodes scientifiques dites rationnelles.

3. Ces procédures d'anticipation des risques ne sont pas sans générer, à juste titre, des accusations d'illégitimité et de conflits d'intérêt. Les politiques et les experts scientifiques mobilisés tentent alors d'évoluer vers des procédures plus transparentes, compréhensibles, voire inclusives lorsqu'elles se font le chantre de la participation démocratique ou citoyenne en associant par exemple des populations concernées au dispositif de discussion chargé d'anticiper les risques (Irwin & Wynne, 1996). Mais la montée en puissance et la visibilité permanente des controverses liées aux technosciences produit, au début du XXIe siècle, un mode de *gouvernement par l'adaptation*. Les modes de gestion de risques précédents avaient pour objectif d'éviter l'apparition des conséquences négatives : la catastrophe ne devait pas advenir. Ici, le basculement se situe dans « la quasi-certitude que des catastrophes industrielles et environnementales adviendront » (Jas & Boudia, 2015, p. 391). À l'image de la succession d'accidents nucléaires majeurs (Three Miles Island en 1979, Tchernobyl en 1986, Fukushima en 2011), le danger fait partie intrinsèque du développement technologique. Dans cet environnement instable, incertain, « hostile », le maintien du contrat social repose sur l'instauration d'un « vivre-avec » (*ib.*) le risque. Mais les auteurs vont encore plus loin : elles estiment que la sphère publique est en train de transférer une partie de sa responsabilité et sa capacité d'adaptation à des sphères collectives ou individuelles à plus petite échelle. Elles incluent le concept de résilience dans ce mouvement de dévolution de la gestion des risques. Si je prends de la distance avec cette dernière interprétation[47], je ne peux qu'adhérer au constat que les politiques publiques, à l'image des priorités définies par les négociations internationales quant au dérèglement climatique, mettent de plus en plus l'accent sur la prise en compte a posteriori des risques du développement. Le maître mot devient l'adaptation. Derrière ce mode de gestion, le niveau d'adaptation, ou de réparation du dommage subi, dépend grandement des ressources disponibles. On ne peut que déplorer ce transfert de responsabilité qui ne pourra qu'accentuer les inégalités sociales, déjà criantes dans la manière dont les populations sont impactées. De quelle capacité d'adaptation a posteriori est en effet doté un État n'ayant déjà pas a priori la possibilité de répondre aux besoins vitaux de sa population ?

Précisons que, dans la pensée des auteurs et dans la réappropriation que j'en fais, ces trois phases de gouvernement des risques ne se succèdent pas de manière linéaire. Elles représentent plutôt trois tendances globales qui se superposent, s'hybrident, s'influencent en fonction du contexte. Dans ma progression théorique, cet éclairage sur les modes de gouvernement des risques s'inscrit dans une perspective

[47] Le concept de résilience a aussi, et surtout, été développé par des initiatives alternatives globales ou locales, intellectuelles ou pratiques, visant à favoriser l'autonomie des individus ou de groupes sociaux face aux dysfonctionnements d'un système dominant amené à s'écrouler à un moment ou à un autre. La résilience n'est donc pas en soi un concept menant à promouvoir un gouvernement des risques par l'adaptation, il peut aussi sous-entendre une acceptation émancipatrice développée dans des sphères socio-politiques initialement minoritaires.

critique. Ces normalisations, régulations, anticipations, adaptations du risque visent principalement l'acceptabilité sociale du développement continu et cumulatif des technosciences. Enjeux sanitaires, environnementaux et sociaux sont ainsi plus ou moins pris en compte par le système politique et industriel, mais l'objectif sous-jacent est bien, dans une perspective productiviste, de pouvoir continuer à se développer, à créer le plus possible de richesse monétaire et matérielle, bref, à faire croître l'économie avec le moins de contraintes possibles. La rationalisation des risques, dans ce cadre, constitue la courroie accommodante du régime des technosciences. L'appropriation du concept de services écosystémiques par un certain nombre d'acteurs économiques (Maris, 2015) est une bonne illustration de la façon dont certains risques environnementaux sont par exemple traités, réussissant l'exploit de transformer l'aspiration à la préservation des biens communs en un dispositif de marchandisation de la nature qui ne profite qu'à quelques uns.

Pour une lecture épistémique et socio-politique de la notion d'incertitude

Cette clarification concernant la définition communément admise du risque s'avère nécessaire. Si je souscris à la distinction faite par Callon, Lascoumes & Barthe (2001) entre incertitude et risque relative au niveau d'indétermination, il s'agit aussi d'avoir conscience que cette différenciation peut conduire à l'instrumentalisation précédemment détaillée. Alors, dans mon postulat théorique, la définition du risque ne se réduit pas à ce qui peut être calculé, modélisé, anticipé. Certains risques, environnementaux ou sociaux, ne sont pas rationalisables. Comment définir alors l'incertitude, au regard de ces réflexions ?

Wynne (1992) est l'auteur qui propose les définitions distinctes les plus poussées dans la littérature relative aux risques et aux incertitudes. Il propose de différentier les termes suivants :

- le *risque*, utilisable dans une situation où le comportement global du système est connu, et où les facteurs d'influence de ce système sont définis par des mécanismes et des probabilités ;
- l'*incertitude*, qui apparaît lorsque les paramètres de comportement du système sont connus mais la probabilité de leur apparition ne le sont pas. Ces incertitudes sont prises en compte dans les analyses de régulation et d'anticipation ;
- l'*ignorance*, qui par définition consiste à ignorer l'existence de certains facteurs d'influence (« nous ne savons pas que nous ne savons pas » ; Wynne, 1992, p. 114) et qui peut se démultiplier dans les corrélations qui existent entre certaines actions et les données scientifiques sur lesquelles se basent ces actions ;
- l'*indétermination*, qui désignent des situations où les liens de causalités entre les phénomènes, les réseaux, les processus sont ouverts et défient par conséquent toute prédiction.

Si elle a le mérite de poser les termes du débats, la classification de Wynne me semble aller dans le sens d'une qualification du risque comme un danger calculable dans tous les cas, ce qui prête le flanc aux critiques déjà formulées. Pour moi, la différence avec l'incertitude si situe plutôt dans le niveau de potentialité car « on sait

qu'on ne sait pas, mais c'est à peu près tout ce que l'on sait : il n'y a pas de meilleure définition de l'incertitude » (Callon, Lascoumes, & Barthe, 2001, p. 40). Quant au risque, le danger potentiel y est relativement identifiable, des perspectives peuvent être tracées, même si elles ne sont pas systématiquement modélisables. Dans la manière dont les deux notions s'incarnent dans les controverses socio-scientifiques, risques et incertitudes s'entremêlent et se juxtaposent, mais j'émets l'hypothèse que c'est l'importance de l'incertitude qui dessine les contours du risque (plus le degré d'incertaineté est grand, plus le risque est multiple et mouvant). Je me garderai donc bien de dire que les deux notions sont clairement distinctes et de tracer leur ligne de démarcation, mais il me semble tout de même pertinent de proposer deux orientations définitionnelles.

La première fait appel à la *dimension épistémique* du risque et de l'incertitude. La prise en compte d'un risque mobilise différentes formes de savoirs pour prévenir une conséquence dont on va juger la potentialité d'advenir. Il y a dans ce cas une mobilisation et une articulation des savoirs pour permettre d'éclairer, dans un contexte donné, ce qui n'est pas encore arrivé. En situation d'incertitude, si l'on sait que l'on ne sait pas, il y a une situation d'incomplétude et d'inadéquation épistémique qui va créer des indéterminations de toutes sortes. Le savoir nécessaire pour répondre à la question soulevée n'existe pas encore, ou alors n'est pas assez stabilisé ou adéquat pour pouvoir y répondre. En d'autres termes, le risque est une zone de flou, tandis que l'incertitude est une zone d'invisibilité. Je n'affirme pas pour autant que l'incertitude n'est que de l'ignorance. L'incertitude peut naître aussi bien en situation d'ignorance qu'en situation de connaissance. J'insiste donc sur le fait que, dans l'incertitude, il me semble que les savoirs en présence se révèlent inadaptés, ce qui crée ensuite de l'imprévisibilité. Partant de cette tentative, je peux observer que le discours scientifique a tendance à décrire l'incertitude comme le négatif de la connaissance. Dans une perspective rationaliste, l'incertitude est ce qui n'est pas encore connu ou alors ce qui reste soumis à l'expression d'un doute, considérant le socle des savoirs déjà établis. Dans une optique de gestion des risques, elle représente une variable à prendre en compte dans le modèle d'anticipation des causes et des effets d'une technologie. La seconde d'étape est de dire que la seule manière de réduire cette incertitude est de renforcer encore l'avancée du processus scientifique et technique pour remplacer ce qui est incertain par ce qui est certain, à savoir de la connaissance, de la technologie, des méthodes, des "process". Alors, le procédé de traitement du risque est le suivant : « la science peut définir un risque, ou des incertitudes, seulement en "gelant" artificiellement un contexte environnant qui peut ou ne peut pas être ainsi dans les situations vécues »[48] (Wynne, 1992, p. 116). C'est précisément à partir de ce point que je souhaite affirmer l'ancrage de la notion d'incertitude dans une *dimension socio-politique*. Dans l'approche classique que je critique, le couple certitude-incertitude est placé en parallèle du couple rationnel-irrationnel et représente une incarnation de plus de la coupure sciences-sociétés. Alors, le degré d'incertitude globale relatif à une question socio-scientifique se place sur une échelle linéaire qui dépend directement du niveau d'incertitude scientifique lié, comme le modélisent par exemple Funtowicz & Ravetz (1994, 1997). Certaines situations où l'incertitude scientifique est faible peuvent tout de même voir émerger une grande indétermination socio-politique (des interrogations telles que : "Que

[48] « Science can define a risk, or uncertainties, only by artificially 'freezing' a surrounding context which may or may not be this way in real-life situations ».

faire ? Avec qui ? Comment ?" peuvent en effet émerger même quand un relatif consensus existe dans la communauté scientifique à propos du sujet en question). Dans ma perspective, les incertitudes sont d'ordres épistémiques et socio-politiques et nourrissent ensuite des indéterminations dans un second temps. Alors, le ratio certain-incertain ne concerne plus seulement ce qui est considéré comme vrai ou non, mais également ce qui est considéré comme juste par un groupe social dans un espace donné à un moment donné. Depuis ce point de vue, le traitement et la gestion des risques et des incertitudes, si tant est qu'on puisse les "traiter" ou les "gérer", dépend davantage de la capacité d'une société à mettre en débat les choix socio-politiques qui sont faits quant à l'engagement dans tel ou tel processus d'innovation et de développement, que du seul niveau de connaissance scientifique à ce sujet.

c. Étape intermédiaire : tentative d'identification des différentes formes d'incertitude dans un régime de technosciences controversées

1. Une identification des différentes formes d'incertitudes à partir de points de vue croisés en sociologie

Il existe peu d'approches post-modernes des technosciences sous l'angle des incertitudes. Ma proposition d'identification des différents objets d'incertitudes est donc construite à partir de trois regards sociologiques croisés qui traitent directement et explicitement de ceux-ci. Celui de Beck (1986/2001), tout d'abord, fondateur d'un nouveau regard en sociologie de la modernité, pose les jalons de la société du risque. Celui de Callon, Lascoumes & Barthe (2001) ensuite, en sociologie de la traduction, cherche à proposer des outils collectifs de négociation des risques socio-techniques. Celui de Chateauraynaud (2008) enfin, en sociologie pragmatique appliquée à l'analyse des controverses, et construit autour des concepts de balistique argumentative et de jeux d'acteurs. Dernière précision, j'ai choisi de présenter ces éléments de contextualisation comme des formes et non des objets d'incertitude.

Plutôt qu'une typologie figée à visée exhaustive et normative, je souhaite ici proposer une série de formes d'incertitude que j'ai identifiées de manière redondante dans les trois références sociologiques nommées, mais aussi de manière moins explicite dans d'autres écrits relatifs aux technosciences (Bensaude-Vincent, 2003 ; Pestre, 2003). Chaque auteur a son approche spécifique des incertitudes. Beck n'en propose pas de classification mais identifie dans la troisième partie de son ouvrage à propos de la « modernité réflexive » une série d'« effets secondaires » propres à la « fin du monopole de la connaissance ». Ce sont dans ces effets secondaires ainsi que dans ses réflexions ultérieures portant sur le traitement politique des risques que j'isole des formes d'incertitudes socio-épistémiques. Callon, Lascoumes & Barthe nomment quant à eux directement les incertitudes qu'ils ont perçues dans l'émergence des controverses socio-techniques et j'en reprends les contours pour partie dans mon

analyse. Chateauraynaud nomme lui aussi trois types de « figures de l'incertitude dans les controverses publiques autour des risques collectifs »[49]: une incertitude ontologique à mettre sur le même plan que l'inquiétude, une incertitude cognitive ou épistémique qui est le tenant de l'incomplétude du calcul des risques, et une incertitude axiologique en terme de valeurs et de débat démocratique. Ces trois figures me semblent transversales à plusieurs formes d'incertitudes et je les intègre donc à ma proposition sans en respecter strictement les jalons.

2. Les formes d'incertitudes socio-épistémiques des technosciences controversées

Dans le cadre préalablement défini, je différencie cinq formes d'incertitudes socio-épistémiques relatives aux technosciences controversées. Cette identification n'est pas une typologie et se veut souple, ouverte, évolutive, pouvant être modifiée en fonction d'éléments ultérieurs (évolution des questionnements de recherche, réformes ultérieures à l'analyse des données, contexte des expériences de terrain, etc). En guise d'exemplification, j'y ajoute une liste d'interrogations rhétoriques qui peuvent être sous-jacentes à ces formes d'incertitudes.

1. **Incertitude épistémique** propre à la démarche scientifique et à la nature des sciences quant au statut des connaissance en jeu, mais aussi portant sur la manière dont elle est diffusée et dont sa légitimité est construite.

> *Dans quelles conditions a été produite ce savoir ? Peut-on le considérer comme fiable ? Au regard de quels critères ? Ce savoir sera-t-il valable demain ? Peut-on être sûr qu'elle est exempte d'erreurs, d'approximations, de malentendus, d'instrumentalisations ? Est-elle la réalité, la décrit-elle, la reflète-elle, la fige-t-elle, en propose-t-elle un éclat ? Qui l'a produite et pour quelle raison ? Comment est-elle présentée, transmise, diffusée ?…*

Ce premier objet d'incertitude est relatif à la nature des sciences et à l'exercice du doute : comme je l'exposais en convoquant Bachelard (1927) et Wittgenstein (1969/2006), il porte sur l'incapacité des savoirs scientifiques à revendiquer le statut de certitude sur le monde. Cet objet d'incertitude a toujours été constitutif de la démarche scientifique et n'est pas émergent de la période post-moderne en tant que tel. C'est davantage sa visibilité sociale et sa conscientisation collective qui sont réellement nouveaux. Dans le contexte de la société du risque, le doute épistémologique propre à la nature des sciences s'est élargi à la société toute entière : « Les argumentations scientifiques […] semblent avoir perdu en se généralisant l'aura d'autorité rationnellement inattaquable, et devenir socialement disponibles. […] Que les assertions scientifiques ne soient plus sacrosaintes mais puissent être contestées dans la vie de tous les jours ne signifie rien d'autre que le fait que le doute systématique, privilège structurel du discours scientifique, n'est plus l'apanage de la science » (Beck, p. 356). A travers les catalyseuses d'incertitudes que sont les controverses, la multiplication des contre-expertises illustre cette tendance. Au sein de la controverse du nucléaire, des données contradictoires à propos du même objet co-existent et sont produites par des sources en situation de concurrence scientifique-

[49] Ceci étant le titre de la conférence donné par le sociologue en 2008 au séminaire RISCO.

ment parlant. La Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité (CRIIRAD)[50] ainsi que des ONG comme Greenpeace publient très régulièrement des résultats visant à contredire les analyses des instances institutionnelles telle que l'Autorité de sûreté nucléaire ou l'entreprise Électricité de France. Dans les débats ayant lieu dans l'espace public français à propos du nucléaire, les discussions voient ainsi s'affronter des arguments de fond, des systèmes de valeurs, des postures politiques, mais aussi des auto-attributions de légitimité scientifiques quant aux données convoquées. Si la visibilité de cette incertitude tient en partie du fait de la démystification de la parole scientifique, elle doit aussi quelque chose à la révélation des conflits d'intérêts existants entre certaines parties prenantes : les multinationales mènent des actions de lobbying pour faire produire des données scientifiques sous le masque de la neutralité méthodologique ; certains journalistes ou experts entretiennent des liens étroits avec des acteurs scientifiques sans les expliciter auprès de leurs interlocuteurs ; des responsables politiques prennent position dans des controverses en utilisant des arguments dont la source partage avec eux un certain intérêt ; etc. Dans ces situations où les réseaux d'arguments sont complexes, il existe donc une forte incertitude portant sur le contexte dans lesquelles les sources et les données sont produites et utilisées, selon des orientations politiques plus ou moins transparentes.

2. **Incertitude des effets** : incertitudes quant aux conséquences sociales, politiques, économiques, environnementales des progrès scientifiques et technologiques.

> *Quelles seront les effets de la construction de ce savoir sur nos vies ? Comment les sociétés vont-elles l'utiliser, se l'approprier, l'interpréter, l'accaparer, la diffuser ? Quelles applications en seront faites, sur le plan des idées ou des techniques ? Quels impacts auront les technologies développées à l'aide de ce savoir ? Où se situera la positivité ou la négativité potentielles de leur émergence : dans l'idée intrinsèque qui les rend existantes, dans leur méthode de fabrication, dans leur usage, dans leur obsolescence ? …*

Le déclin du projet scientiste implique que les sciences « ne sont (…) plus uniquement la source des solutions aux problèmes, mais aussi et en même temps la source des problèmes eux-mêmes » (Beck, 2001, p. 343). Chose nouvelle, à l'auto-critique exercée par les sciences sur elles-mêmes s'ajoute une critique des sociétés vers les sciences. Une innovation technique ou une avancée scientifique n'est plus perçue comme une chose juste ou utile en soi, elle est avant tout soumise à l'exercice critique, à une inspection sociale réflexive, et véhicule une incertitude relative à ses potentiels effets futurs. La distinction entre incertitude et risque est ici à rappeler : dans le cas du nucléaire par exemple, les scientifiques sont capables d'appréhender la potentialité du risque d'accident dans un réacteur en cas de séisme, de température élevée ou d'inondation et de dégager les conditions plus ou moins précises dans lesquelles ce danger pourrait advenir. Mais aucun modèle ne peut réellement identi-

[50] La CRIIRAD est une association de loi 1901 créée en mai 1986 par Michèle Rivasi suite à l'accident nucléaire de Tchernobyl. L'association vise à produire des données et des études relatives à la mesure de la radioactivité sous indépendance totale de l'État, des entreprises et des partis politiques. Des milliers de bénévoles et de donateurs contribuent à faire vivre l'association et à permettre à cette contre-expertise de remettre en cause la véracité des mesures de radioactivité publiées par l'État ou l'ASN.

fier les effets sanitaires d'une explosion ou d'une fuite majeure d'un de ces réacteurs, ni leur coût économique. Les projections nécessaires au calcul de cette potentialité sont en effet trop incertaines pour être réellement soupesées. Toute innovation scientifique ou technique, dans la phase réflexive de la science que nous connaissons, est ainsi soumise à diverses incertitudes quant à ses conséquences.

3. **Incertitude des décisions** : incertitudes relatives aux décisions pouvant être prises pour le futur, face aux nouveaux risques engendrés par le progrès technoscientifique.

> *Que faire face aux défis soulevés par la controverse ? S'agit-il de traiter les symptômes ou les causes ? Comment décider ? Quel régime et mode de décision utiliser ? En fonction de quelles valeurs, de quelles légitimités, de quelles rationalités, de quels arguments ? …*

Chateauraynaud convoque Lefort qui questionne la place de l'incertitude dans le système politique (page non indiquée) : « Tant que l'aventure démocratique se poursuit [...], le sens de ce qui advient demeure en suspens. La démocratie se révèle ainsi la société historique par excellence, société qui dans sa forme accueille et préserve l'indétermination, en contraste remarquable avec le totalitarisme qui, s'édifiant sous le sigle de la création d'un homme nouveau, s'agence en réalité contre cette indétermination, prétend détenir la loi de son organisation et de son développement ». L'objet d'incertitude que je nomme ici incertitude des décisions intervient en effet sur le plan politique, en tout cas dans un contexte de régime démocratique. La volonté de réappropriation sociale du progrès scientifique et les modalités de cette réappropriation ouvrent de vastes espaces de débats. A l'instar des forums hybrides théorisés par Callon, Lascoumes & Barthe et d'autres dispositifs effectifs tels que les conférences de citoyen mises en œuvre à la fin des années 1990 en France autour de la controverse des OGM, divers modes de délibération ont été proposés pour mettre le futur de la science en débat. S'il existe donc une incertitude sur les formes de décision qui peuvent répondre aux attentes sociales, le questionnement porte également sur les champs d'action et les valeurs qui sous-tendent ces décisions. Beck situe deux perspectives pour orienter les décisions : l'une est de supprimer les causes elles-mêmes des risques engendrés par les mutations technoscientifiques, l'autre est de prendre en charge les symptômes et les conséquences des mutations. Pour le sociologue, la seconde piste était jusqu'alors privilégiée, à tort, parce qu'elle permettrait notamment d'occulter la première sans régler fondamentalement le problème. Si je réutilise l'exemple de l'énergie nucléaire, la première option serait dans ce cas de trouver une alternative à cette forme de production énergétique afin de pouvoir s'en passer et de supprimer ainsi les risques engendrés. La seconde option serait plutôt de mesurer ces risques et d'en traiter les symptômes, ce qui est l'option poursuivie en France actuellement : enfouissement profond des déchets nucléaires, innovations technologiques pour mieux protéger les réacteurs, procédures d'alertes pour prendre en charge les conséquences sanitaires d'un accident potentiel, etc. L'incertitude des décisions porte donc à la fois sur ses modalités, mais aussi ses champs d'influence et ses légitimités. Comment apporter le plus démocratiquement possible une réponse à une controverse socio-scientifique ? Avec quel processus d'interaction et de décision ? A propos de quels champs d'action ? Et surtout, en fonction quelles valeurs et finalités sociales peut-on alors les légitimer ?

4. **Incertitude des acteurs** : incertitude quant à la place, la responsabilité et l'intérêt des parties prenantes de la controverse.

> *Qui peut-on considérer comme acteur de la controverse ? Quelle est la responsabilité de ces acteurs, propos des conséquences déjà survenues ou des risques induits dans le futur ? Quels intérêts et valeurs sous-tendent leur intervention dans le débat ? Qui est légitime ou ne l'est pas, pour s'exprimer, pour discuter, pour proposer, pour décider, pour juger, pour évaluer, pour agir, pour critiquer ? Jusqu'à quand ? …*

Le premier aspect de cette forme d'incertitude porte sur l'émergence de nouveaux acteurs dans le débat socio-scientifique. La controverse est un « mode d'exploration » (Callon et al., 2001, p. 50) de l'espace social et met au jour les « débordements » de l'évolution des technosciences. Des parties prenantes qui n'étaient alors pas considérées comme des interlocuteurs légitimes pour les scientifiques et les politiques font leur apparition : riverains, associations de consommateurs, contre-experts, collectifs informels et éphémères créés autour d'un intérêt commun, s'invitent dans les échanges et mettent en place leur propre balistique argumentative (Chateauraynaud, 2011). Les débats de rationalité qui en résultent soulèvent un second aspect, celui de la responsabilité de ses acteurs. Qui est responsable d'une conséquence imprévue ? D'un danger identifié sous la forme d'un risque mais sous-estimé jusqu'alors ? Réutilisons l'exemple du nucléaire : dans l'explosion de deux réacteurs de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi en 2011, quel acteur peut être considéré comme responsable et dans quelle mesure ? Est-ce l'opérateur Tepco qui n'a pas assez renforcé les infrastructures de sa centrale au vu des risques naturels qui pesaient sur le site ? Est-ce l'État japonais critiqué pour sa gestion de crise une fois la catastrophe survenue ? Sont-ce les services de surveillance sismique qui n'ont pas pu anticiper l'ampleur du tsunami qui a endommagé la centrale ? Je pourrais prolonger ces interrogations – et ces débats ont d'ailleurs largement traversé la société japonaise suite à la catastrophe – et en discuter longuement sans forcément pouvoir y répondre avec certitude. Il est d'ailleurs impossible d'anticiper ces questions tant elles semblaient initialement improbables, quand la probabilité d'un tel accident n'était qu'un chiffre minoré parmi un ensemble de risques : nous sommes bien là dans le registre d'une indétermination générale. En outre, le débordement social et politique provoqué par les controverses reconfigure le rapport à l'expertise et à la prise de décision : « les sciences se trouvent ainsi de moins en moins en mesure de satisfaire à l'exigence de certitude des commanditaires soumis à la pression de la décision. Avec la généralisation du faillibilisme, la science transfère ses doutes du côté des utilisateurs et les contraint ainsi à assumer de surcroît la réduction de l'incertitude nécessaire à l'action » (Beck, 2001, p. 384). Si effectivement les politiques en responsabilité opèrent une dévolution du sens de la production scientifique, notamment en mobilisant différentes formes d'expertise, les acteurs sociaux, qu'ils soient citoyens, politiques, contre-experts, etc, investissent eux-mêmes l'espace resté vaquant et les incertitudes qui l'englobent. Les conflits de valeurs qui en résultent créent par conséquent de l'incertitude. Ainsi, « en discutant des questions controversées contemporaines, nous avons souvent affaire à des concepts controversés, indéterminés et instables - démocratie, citoyen, gène, maladie (controverse) - et, par conséquent, l'utilisation de

critères actuels de vérification critique est, à tout le moins, problématique »[51] (Levinson, 2006, p. 1206). L'intervention d'un acteur dans une controverse sous-tend ainsi des motivations et des justifications en termes de valeurs, d'intérêts et de légitimités qui ne peuvent pas être précisément déterminés à l'avance. Notons que cette dimension est également reliée à l'incertitude épistémique : la place qu'occupe un acteur dans une controverse est en partie provoquée par les types d'arguments mis en jeu, ou, en rétroaction, influence les types d'arguments qui seront mobilisés.

5. **Incertitude de l'incertitude** qui prend la forme d'une incertitude réflexive dans la manière dont les sociétés appréhendent ces phénomènes.

> *Ces incertitudes existent-elles ? Sont-elles réellement des incertitudes ? Jusqu'où s'étend l'incertaineté ? Qu'est-ce qui est certain, qu'est-ce qui ne l'est pas ? Jusqu'où la critique des sciences et la remise en cause de sa prétention à la certitude doit-elle s'exercer ? Comment trouver une balance équilibrée entre une pensée critique et un relativisme radical ? …*

Pour Beck (1986/2001, p. 396), « *la science peut se transformer elle-même* (…) en opérant une critique de la façon qu'elle a eu de s'appréhender ». Le sociologue stipule ainsi que c'est aux sciences elles-mêmes de se reconnecter à la réalité par ce qu'il nomme une nouvelle forme d'« empirie ». Si le débat interne à la communauté scientifique et à la philosophie des sciences pourrait se poursuivre infiniment entre les deux postures contradictoires du rationalisme et du relativisme, les interlocuteurs du débat ont changé. Je l'ai dit, la question de la responsabilité de la science n'appartient plus aux scientifiques, elle appartient à la société toute entière. Dans les critiques qui s'exercent, quelle que soit leur nature, interviennent à la fois des arguments épistémologiques comme des arguments moraux, économiques, politiques, etc. Sur quels contours doit s'exercer la mise en culture de la science (Lévy-Leblond, 1996), ou ici sa mise en critique ? Dans cette incertitude réflexive se cache aussi une incertitude ontologique : « cet état transitoire nous oblige à vivre en sachant que cette incertitude est maintenant un élément essentiel de nos vies. Mais, tout de même, n'a-t-elle pas toujours fait partie de l'expérience humaine ? » (Montuori & Khalifa, 2014, p. 179) De surcroît, ma modeste proposition d'identification se heurte elle-même à ses limites épistémologiques. D'autres formes ne se sont peut-être pas révélées, parce que ma subjectivité intrinsèque, l'évolution dynamique des régimes des technosciences ou mon parti pris théorique m'en auraient empêché. Tout comme le programme fort de l'École d'Édimbourg s'appliquait à lui-même le principe de symétrie (Bloor, 1982) et reconnaissait que la pertinence scientifique de sa théorie était soumise à des déterminations socio-culturelles, je suis bien obligé de reconnaître qu'il existe aussi une incertitude des incertitudes.

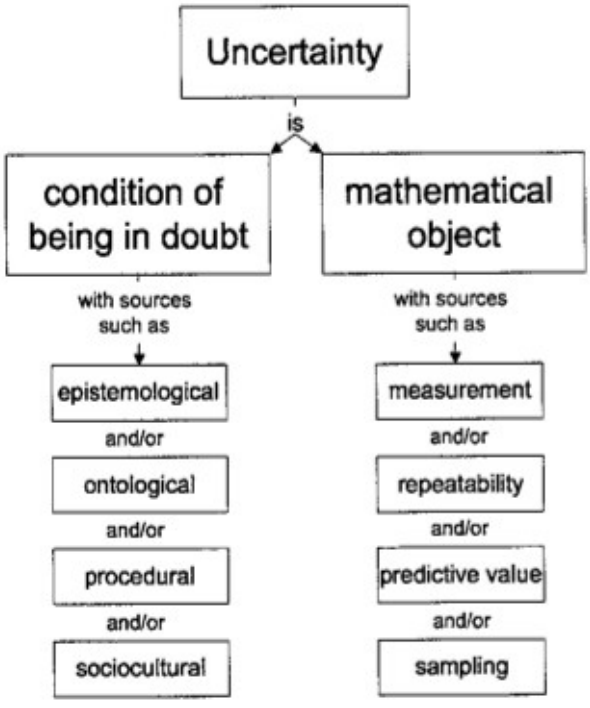
[51] « In discussing contemporary controversial issues, then, we are often dealing with concepts that are contentious, indeterminate, and unstable – democracy, citizen, gene, disease, (controversy) – and therefore using contemporary critical standards of verification is, at the very least, problematic ».

d. Éducation aux sciences et incertitudes

1. Une focale pour l'instant orientée sur l'incertitude épistémique

Dans le champ des sciences de l'éducation, dans les travaux déjà menés autour de la question des incertitudes, la très grande majorité sont focalisés sur la compréhension des incertitudes de type épistémologique qui interviennent dans la fabrication du savoir scientifique, ce que j'appelle incertitude épistémique. Kirch (2012) plaide par exemple pour une éducation aux sciences qui puisse favoriser la compréhension que les élèves se font de cette forme d'incertitude. Pour l'auteur, cette orientation ne pourrait que renforcer la construction d'une « distance épistémique » avec les savoirs en jeu, la distance épistémique étant ici entendue comme une sorte de distance cognitive idéale entre l'individu et le savoir, assez importante pour changer les conditions de réception de ce savoir et favoriser l'exercice de la pensée critique, assez limitée pour permettre la construction d'une certitude relative sans laquelle nous ne pourrions jamais rien faire. Il propose pour cela d'entendre l'incertitude scientifique par rapport à deux orientations :

Figure 4. Les axes de compréhension de l'incertitude scientifique dans un contexte éducatif selon Kirch (2012)



Le premier axe renvoie aux facteurs à partir desquels peut s'exercer la mise en doute d'un savoir donné. Ces facteurs font écho à certaines des formes d'incertitudes socio-épistémiques que j'ai proposé d'identifier mais renvoient toujours de manière rétroactive à la nature scientifique de l'incertitude, ce que je considère comme réducteur à plus d'un titre, tout particulièrement lorsque l'on travaille sur des controverses socio-scientifiques. Le second axe traite de l'incertitude statistique propre à la question de la mesure mathématique sur laquelle se base un certain type de savoir. Christensen & Fensham (2012) font le même cheminement, en ramenant toute incertitude abordée à des aspects scientifiques. Dans la littérature francophone, plusieurs études en didactique des mathématiques ou des sciences physiques ont déjà traité cette dimension de l'incertitude scientifique. C'est notamment le cas de Régnier qui prône un enseignement qui prenne en compte cette incertitude pour mieux la modéliser, la calculer et donc in fine la rationaliser. Pour lui, « la formation de l'esprit statistique se caractérise par la nature du rapport à l'incertitude et à l'erreur, considérées comme inhérentes à tout acte de prise de déci-

sion » (Régnier, 2003, p. 165). Séré, Journeaux & Winther (1998) ont quant à eux étudiés les pratiques de certains enseignants concernant les incertitudes de mesure en travaux pratiques de physique. Si ces travaux posent des questions extrêmement pertinentes, leur finalité me laisse bien plus dubitatif. S'il s'agit, comme c'est apparemment le cas, de mieux comprendre les incertitudes mathématiques qui interviennent dans la démarche scientifique pour mieux tenter de les réduire, c'est toujours au moyen d'objectifs rationalistes qui ne font que renforcer l'autorité du savoir scientifique. La perspective émancipatrice se trouve là très limitée, la pensée critique restant jalonnée à la justesse de telle ou telle obtention de résultat, à l'usage d'une unité, à la validité statistique d'une théorie. Il me semble certes très important d'enseigner comment la nature de la science, dans le processus qui la fonde, est bourrée d'incertitudes, sur les différents niveaux de l'investigation scientifique. Mais ce doit être là un point de départ, une ouverture, une brèche permettant de faire descendre le savoir institué de son piédestal dominateur, et non un biais de renforcement de ce piédestal. L'enjeu du dépassement de ces travaux centrés sur une incertitude d'ordre méthodologique se situe par conséquent dans la promotion d'une éducation aux incertitudes, celles-ci étant alors considérées comme plurielles, multi-factorielles et prenant différentes formes. L'approche par les questions socialement vives, parce qu'elle propose justement dans l'exploration de la controverse de ne pas se centrer uniquement sur le contenu scientifique, se révèle à ce titre essentielle.

2. De l'intérêt éducatif d'une éducation aux incertitudes

Enseigner des questions socialement vives en classe revient à rendre visible dans le processus d'apprentissage des incertitudes intrinsèques aux sciences (incertitude épistémique) et des incertitudes socio-politiques, attisant ainsi des indéterminations qui, si l'on prend position à partir d'un point de vue conservateur prônant l'instruction de contenus propices au roman national et l'apprentissage du respect de l'autorité[52], n'ont pas leur place à l'École. Mon propos sera bien entendu de défendre tout l'inverse. Si j'ai décidé d'orienter mon travail de thèse sur cette question de la perception des incertitudes, c'est aussi parce que j'estime qu'il est temps de s'engager sur un rapport positif à l'incertaineté, constitutive de notre modernité, de notre condition sociale et individuelle, et de notre rapport au futur. Tout l'enjeu est donc de se départir du caractère effrayant de l'incertitude, pour faire de sa compréhension une étape nécessaire sur le chemin de l'action. Pour Morin (1999, p. 47), il s'agit bien de « ne pas être réaliste au sens trivial (s'adapter à l'immédiat), ni irréaliste au sens trivial (se soustraire aux contraintes de la réalité) » mais plutôt « d'être réaliste au sens complexe : comprendre l'incertitude du réel, savoir qu'il y a du possible encore invisible dans le réel ». Le sociologue ne voit donc pas l'incertitude comme une imprédictibilité anesthésiante, paralysante, qui mène à l'inaction, mais comme un premier pas vers une écologie de l'action, invitant au « pari qui reconnaît ses

[52] On m'objectera que c'est là une caricature bien grossière. Je l'admets volontiers, mais les débats autour des questions éducatives sont largement influencés par le calendrier des politiques éducatives qui, elles, prêtent à l'expression caricaturale de la part de nombre de responsables politiques. Dans ce cadre, le point de vue « conservateur » que je décris en ces termes s'exprime effectivement en prônant le "retour de l'autorité", et la nécessité d'"instruire" les jeunes générations. On peut aisément arguer que l'enseignement des questions socialement vives se situe à l'opposé de ces propositions passéistes.

risques » (p. 49). Il est vrai que c'est un horizon qui peut paraître extrêmement difficile à atteindre, ou délicat, pour le système éducatif et les acteurs de l'éducation aux sciences. Lorsque je présente ma recherche, une question récurrente qui m'est posée est celle de l'enseignabilité des incertitudes. Est-on capable de vivre avec ? Jusqu'où est-il pertinent d'aller, surtout lorsqu'on travaille avec des jeunes citoyens qui n'ont pas forcément les outils pour faire de la déstabilisation de leurs certitudes un processus positif ? C'est justement tout l'enjeu éducatif : leur donner ces moyens là, les outiller dans une perspective de mise en débat des choix techno-scientifiques. Il y a aussi une reconsidération du statut de l'incertitude à opérer : l'incertaineté est partout, dans nos vies, dans les décisions que nous prenons, dans les processus et les dynamiques sociales, et nous vivons et agissons déjà avec, sans obligatoirement nous en rendre compte. Pour Pollack (2005, p. 4) , « cette incertitude scientifique ne devrait pas susciter d'hésitations ou de doutes plus grands que la multitude d'autres incertitudes auxquelles les gens sont confrontés régulièrement et qui se logent régulièrement dans leurs vies »[53]. Même si on peut lui rétorquer qu'il s'agit bien, pourtant, d'introduire un peu plus de doute et d'hésitation dans notre rapport à la certitude, jusqu'ici surtout vectrice d'autorité de la rationalité scientifique sur les autres formes de rationalité. De toute façon, les reconfigurations des pratiques médiatiques et informationnelles amènent les élèves à être confrontés aux multiples formes d'incertitudes véhiculées dans les actualités, que l'école les traite ou ne les traite pas. Dans une double optique d'authenticité de l'apprentissage et de réappropriation citoyenne des choix technoscientifiques, il semble donc essentiel que le système éducatif se positionne et propose un mode d'outillage des futurs (ou déjà) citoyens qui réponde aux objectifs du contrat social qu'est celui de l'École, telle que nous le défendons dans l'approche par les questions socialement vives (Legardez & Simonneaux, 2006). Du point de vue pédagogique, cet horizon est atteignable. D'abord, parce que « les incertitudes sont des stimulants de l'attention, de la vigilance, de la curiosité, de l'inquiétude qui, à leur tour, stimulent de nouvelles stratégies cognitives » (Pena-Vega, 2014, p. 5), et représentent dès lors des supports de travail aux potentialités plus qu'intéressantes. Ensuite, parce que de multiples expérimentations éducatives (Hodson, 2011 ; Kolstø, 2006 ; Ratcliffe, 1997) ont déjà été menées sur des raisonnements ou argumentations autour de questions controversées, intégrant des contextes ouverts, soulevant des réponses à la fois éphémères et multiples, mobilisant des savoirs en cours d'évolution. Ces expériences, pas forcément centrées explicitement sur l'aspect incertain des questions, montrent tout de même qu'il est tout à fait possible d'organiser de manière pertinente des ingénieries éducatives au cœur desquelles des incertitudes gravitent, voire sont volontairement mobilisées.

Dans la même fibre, dans un travail d'articulation bienvenu, Christensen & Fensham (2012) mobilisent le « Cynefin framework » construit par Kurtz & Snowden (2003)) et le mettent en relation avec des courants éducatifs récents. Ils partent de ce cadre dite Cynefin, dont voici une représentation basique sous forme de tableau, pour qualifier différentes types de situations.

[53] « That scientific uncertainty should cause no greater hesitation or doubt than do the multitude of other uncertainties the people rularly face and routinely accommodate in their lives ».

Tableau 1. Représentation basique du "Cynefin framework" (Kurtz & Snowden, 2003, dans Christensen & Fensham, 2012, p. 759)

Emprise des lois établies	**Emprise des incertitudes**
Cas simples risque : nul à très bas	Cas complexes risque : élevé à très élevé
Cas compliqués risque : bas à moyen	Chaos risque : hors de contrôle

La distinction entre cas simples, cas « compliqués » (où la complication vient de l'implication de différents types de savoirs et de concepts de référence) et « cas complexes » (où la complexité vient plutôt de leur caractère incertain) introduit une échelle de variabilité des risques engendrés par la situation. Dans une seconde étape, Christensen & Fensham transposent cette matrice dans une dimension éducative en y localisant les différentes formes que peut prendre l'éducation aux sciences.

Tableau 2. Localisation des formes d'éducation aux sciences dans la matrice du "Cynefin framework" (Kurtz & Snowden, 2003, dans Christensen & Fensham, 2012, pp. 761-762)

Emprise des lois établies	**Emprise des incertitudes**
Cas simples • 90 % de savoirs de référence • monodisciplinaire • contextes idéalisés ou restreints • *réponses* : seulement une est correcte (provenant de savoirs stabilisés)	Cas complexes • "savoirs de référence possibles" • multidiscplinaire • projets science et technologie, socio-scientific issues education • *réponses* : possibilités et probabilités (reconnaissant les tensions et incertitudes dans les savoirs et leurs interactions)
Cas compliqués • 10 % de savoirs de référence • interdisciplinaire • situations basées sur des contextes, exercices d'investigation ouverte, STS education • *réponses* : une ou plusieurs sont correctes (provenant de plusieurs sciences)	Chaos • *réponses* : recherche d'un retour difficile à la stabilité

Dans un effort d'exemplification, les auteurs placent la question vive du dérèglement climatique dans les cas complexes en raison des grandes incertitudes quant à la prévisibilité du phénomène et aux actions entreprises pour le limiter. Dans certains contextes, comme celui des populations d'ores-et-déjà concernées par une montée du niveau de la mer aboutissant à court terme à la disparition pure et simple de leur territoire, la question se situerait à la limite du secteur du chaos. La question nucléaire, fil illustratif de mon propos, me semble aussi correspondre à cette position dans la matrice.

L'articulation proposée par ces auteurs me paraît très utile pour comprendre la manière dont une éducation aux incertitudes, à l'instar de l'enseignement des questions socialement vives, nécessiterait un certain nombre de mutations quand on la

compare à des enseignements plus "classiques", basés sur des ressources et des enjeux plus stabilisés. Dès lors, la façon dont on considère l'incertitude, partie constituante de ces questions, gagnerait à être explicitement contextualisée, discutée, mise en perspective : « la vieille pédagogie transmissive qui semblait conforme à l'autorité de la connaissance scientifique établie devra donner un chemin aux approches socio-culturelles dans lesquelles l'ambiguïté et l'incertitude sont encouragées et tolérées »[54] (Christensen & Fensham, 2012, p. 764). Au regard des études prônant un travail sur l'incertitude épistémologique comme l'un des éléments à connaître sur la nature des sciences, les perspectives ici évoquées proposent un large dépassement. En effet, si la connaissance de l'incertitude épistémologique propre à la démarche de l'investigation scientifique me semble certes un enjeu majeur, elle m'apparaît davantage telle un commencement. L'exploration des incertitudes socio-épistémiques, plus ouvertes dans ma définition, m'apparaît être l'objectif à la hauteur des ambitions éducatives défendues par l'approche dans laquelle je m'inscris, celle des questions socialement vives. L'éducation aux incertitudes touche alors à l'enseignement des sciences, en tant que disciplines, mais aussi à un horizon plus lointain, qui fait basculer l'École d'une mission uniquement instructrice à une mission éducative (la nuance sémantique est de taille), celle de la formation à la citoyenneté où l'on apprend à se départir des déterminismes, où l'esprit critique tient un rôle central, où l'inattendu devient une brèche pour la créativité. Stengers a déjà brillamment résumé l'enjeu (1997, p. 113):

> « Ce à quoi les futurs citoyens auront affaire, ce par rapport à quoi les exigences de la démocratie imposent qu'ils deviennent partie prenante, n'a rien à voir avec les légendes dorées de la science faite. Ce à quoi ils devraient devenir capables de s'intéresser, c'est à la science "telle qu'elle se fait", avec ses rapports de force, ses incertitudes, les contestations multiples que suscitent ses prétentions, les alliances entre intérêts et pouvoirs qui l'orientent, les mises en hiérarchie des questions, disqualifiant les unes, privilégiant les autres. C'est à partir de tout cela que se construit leur monde. »

3. Éducation aux incertitudes et posture des enseignants

Outre l'enjeu de l'intérêt éducatif pour les élèves, reste à interroger un autre sommet du triangle didactique, celui des enseignants. Dans une autre étude centrée sur les incertitudes de mesure en classe de Physique-Chimie, Séré, Journeaux & Winther soulignent que la situation des professionnels de l'éducation, dans ce contexte, n'est « pas confortable » (1998, p. 253) et soulève des questions relatives à la légitimité conférée à leur discipline : « Comment en effet donner à la physique et à la chimie son véritable statut ? Comment faire cohabiter les théories bien établies qui lui donnent un air de vérité, et les expériences qui mettent en jeu les imperfections des appareils et des manipulations ? » Considérons en effet que dans une perspective académique "traditionnelle", les contenus d'enseignement sont censés « renvoyer à des connaissances scientifiques approuvées » constituant la base de l'objectivité de l'enseignement, et par conséquent de son « acceptabilité » (Alpe & Barthes, 2013, p. 4). Alors, on peut imaginer qu'au delà de l'apparente légitimité scientifique d'une discipline, qui rejaillit forcément sur la légitimité de l'enseignant qui en est le passeur, les questions socialement vives élargissent cet inconfort, introduisant d'autres

[54] « The old transmissive pedagogy that seemed consonant with the authority of established science knowledge will need to give a way to socio-cultural approaches in which ambiguity and uncertainty are encouraged and tolerated ».

incertitudes qui menacent encore plus cet "air de vérité" donné aux savoirs enseignés. En effet, la prégnance de l'incertitude dans ces questions, dans le peu d'études où cet élément apparaît pratiquement explicitement, semble a priori constituer une contrainte importante, voire un obstacle à l'enseignement. Ainsi, pour certains professionnels de l'éducation, « c'est mieux de séparer les faits scientifiques prouvés de l'incertitude » (Simonneaux & Simonneaux, 2006). Albe (2009) ajoute que « l'absence de vérité universelle » dans les controverses socio-scientifiques apparaît comme une « difficulté » pour certains enseignants de lycée. Dans la conception épistémologique du fait scientifique, certains enseignants considéreraient donc que le fait de science est exempt de toute incertitude. On voit bien alors les risques d'enseigner que peuvent provoquer la présence des incertitudes dans les contenus d'enseignement, lézardant le socle des vérités prêtes à être érigées, remettant en cause la posture classique de sachant dévolue au professeur, suppléant la réponse du manuel par l'interaction forcément compliquée de l'argumentation collective. De surcroît, au travers de ces quelques investigations, le rapport des enseignants à l'incertitude apparaît en relation étroite avec une conception d'une science-vérité tendant vers différents types de rationalisme. Mais les représentations épistémologiques des enseignants n'étaient pas le cœur de mon travail, il me reste à prolonger ce premier état des lieux théorique par une exploration de terrain, basé sur ces premières hypothèses. Et si, finalement, les incertitudes socio-épistémiques des controverses devenues questions socialement vives entre les murs de l'école créaient autant de formes d'incertitudes didactiques ?

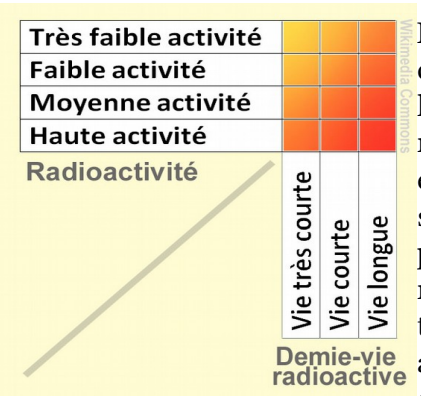
e. L'exemple extrême du traitement des déchets nucléaires à haute activité

Les différentes facettes de la controverse de l'énergie nucléaire ont émaillé ma réflexion théorique. J'ai en outre choisi un énième aspect de cette question vive, celui du traitement des déchets radioactifs, pour matérialiser la façon dont je construis ma réflexion autour des formes d'incertitudes. Les incertitudes liées à la gestion de ce types de déchets sont grandes, notamment parce qu'elles concernent des échelles de temporalité de l'ordre de centaines de milliers d'année. C'est en parti pour cela que ce sujet, parce que les indéterminations y sont "extrêmes", me permet une exemplification pertinente. Cet exemple me paraît également très complémentaire de la réflexion plus approfondie que je mène ensuite dans le chapitre 3 sur les incertitudes de la question vive de la transition agroécologique, partie intégrante de mon enquête.

1. Contextualisation

L'utilisation de l'énergie nucléaire pour la production d'électricité[55] génère des déchets dont le niveau de radioactivité peut avoir des effets plus ou moins dangereux sur les organismes vivants. Le code de l'environnement créé par la loi du 28 juin 2006 définit un déchet radioactif ainsi : « les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée. Les déchets radioactifs ultimes sont des déchets radioactifs qui ne peuvent plus être traités dans les conditions techniques et économiques du moment »[56]. Pour juger de leur dangerosité, et par conséquent de la méthode utilisée pour les gérer, deux types d'informations sont retenues : l'importance de la radioactivité et la durée de cette radioactivité.

Figure 5. Les critères de la classification des déchets en France (Wikimedia Commons)



Les déchets à moyenne activité et à vie longue sont constitués de résidus ou débris des structures métalliques qui ont contenu le combustible dans les réacteurs. Les déchets à haute activité sont quant à eux issus du combustible et ne sont pas réutilisables. Ces deux types de déchets m'intéressent particulièrement ici puisqu'ils concentrent les risques et les incertitudes quant à leur nature et leur traitement. Selon l'inventaire publié tous les trois ans par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), les déchet à moyenne

[55] C'est également le cas d'autres dispositifs techniques qui utilisent des matières radioactives, comme l'imagerie médicale par exemple, mais par souci de précision je me contenterai d'évoquer les déchets produits par la filière énergétique, qui est par ailleurs à l'origine de la plus grande partie des déchets radioactifs produits.

[56] Article L. 542-1-1 du chapitre II du titre IV du livre V du code, in Agence Nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra, 2015), *Rapport de synthèse 2015 de l'inventaire national des matières et déchets radioactifs*, disponible sur : <http://inventaire.andra.fr/sites/default/files/documents/pdf/fr/2015_-_rapport_de_synthese.pdf>.

ou haute activité et à vie longue représentent seulement 3,2 % du volume total des déchets radioactifs produits, mais tout de même 99,9 % de la radioactivité totale de l'ensemble de ces déchets.

Dans la classification proposée sur le site internet de l'Andra[57], il est indiqué que le mode définitif de gestion de ces deux types de déchet en « stockage profond » sont encore « à l'étude ». En France, sous l'impulsion de l'État, l'agence a en effet construit un laboratoire à Bure (Meuse) pour étudier la possibilité d'enfouir les déchets en couche géologique profonde sur un site pérenne de stockage, à proximité (projet Cigéo, pour Centre industriel de stockage géologique). C'est précisément dans ce projet, dans les technologies et savoirs que sa mise en œuvre nécessite, dans les questions qu'il soulève, dans les décisions qu'il appelle que sont également stockées des formes d'incertitudes socio-épistémiques. Si j'utilise là le cas français, notons toutefois que tous les pays ayant développé une filière électro-nucléaire sont confrontés aux mêmes enjeux. Les États-Unis et la Finlande ont notamment développé des projets aux contours incertains pour tenter de résoudre le problème.

2. À la base de l'incertitude : une temporalité inouïe

Certains radionucléides (les atomes dont le rayonnement est à l'origine du phénomène de la radioactivité) ont une période de rayonnement extrêmement longue. Ainsi, le plutonium 239 a une période supérieure de 24 110 ans, l'iode 129 plus de 15 millions d'années. Cela ne veut pas dire que ces radionucléides restent dangereux jusqu'à la 24 110ème année par exemple, mais que la réduction exponentielle de son activité radioactive met bien 24 100 ans avant d'être considérée comme nulle (c'est-à-dire indétectable ?). Alors, à propos de la gestion des déchets contenant ce type de radionucléides, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) explique poliment que « les installations d'entreposage sont conçues pour accueillir les colis de déchets pendant une durée limitée. Le stockage est le stade ultime d'une filière et suppose le dépôt définitif des colis ou, du moins, l'absence d'intention de les reprendre. »[58] On touche là du doigt le défi incommensurable posé par l'utilisation de l'énergie nucléaire qui est celui de devoir penser la gestion de ses déchets à durée de vie longue sur des centaines de milliers d'année, voire plus. « Stade ultime », ou « définitif », sont des mots lourds de sens. Les projets de stockage en couches géologiques profondes soulèvent in fine cet enjeu, auquel les scientifiques, ingénieurs et décideurs des agences de traitement des déchets sont sommés de répondre avec certitude : comment entreposer pour l'éternité (en tout cas au sens de l'entendement humain) des déchets radioactifs sans que quiconque ou quelconque phénomène ne puisse porter atteinte à la sûreté de leur confinement ?

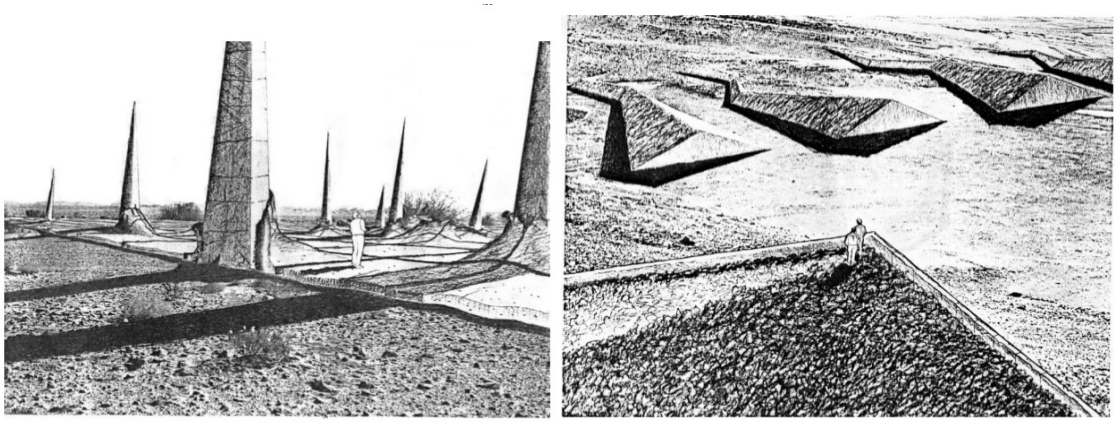
3. Un problème aux réponses potentielles, multiples, évolutives

Ce casse-tête mobilise depuis plusieurs années déjà des équipes de recherche dans différents pays du monde. Au cœur du problème, il y a la question de la transmis-

[57] « Classification des déchets radioactifs et filières de gestion associées », *Andra*, disponible sur ; <http://www.inventaire.andra.fr/classification-dechets>.

[58] « Définitions, classement et modes de gestion des déchets radioactifs », *site internet de l'IRSN*, disponible sur : <http://www.irsn.fr/dechets/dechets-radioactifs/Pages/Definitions-classement-gestion.aspx>.

sion du savoir. Comment garantir que le message de dangerosité nécessairement associé à un site de stockage profond puisse être toujours intact et surtout compréhensible dans 5000, 10 000, 100 000 ou 300 000 ans ? À titre de comparaison, les plus vieilles tablettes faites d'argile (la première forme écrite découverte par l'archéologie) sont datées à « 3000 ou 3500 ans avant JC »[59]. Différentes pistes sont évoquées par les équipes qui planchent sur la question. En France, l'Andra met en avant un « triptyque de solutions »[60] qui ne laisse malheureusement apparaître aucune forme d'incertitude, alors que la réflexion en est encore à ses balbutiements. Comme l'explique l'agence, un « message » traduit en plusieurs langues, y compris iconiques ou visuelles, regroupant tous les savoirs et techniques relatifs à l'installation de stockage géologique est archivé sur des supports physiques de type papier permanent ou disque de saphir. Double problème : le papier permanent n'a pas une durée de vie suffisante et le disque de saphir se casse relativement facilement[61]. D'autres pistes complémentaires sont donc explorées : une transmission mémoriel qui passe par l'architecture, l'aménagement paysager du site, ou une forme orale et rituelle qui permette de faire perdurer l'avertissement à travers les générations. Aux États-Unis, le ministère de l'énergie a mandaté une équipe de sémiotistes, linguistes, artistes, anthropologues et physiciens pour imaginer une signalétique capable de prévenir du danger sur un site potentiel d'enfouissement au Nouveau-Mexique (« Waste Isolation Pilot Plant », à Carlsbad). Le panneau d'interdiction, la tête de mort ou encore le symbole de la radioactivité tel que nous le connaissons aujourd'hui ont notamment été bannis des possibilités à l'étude, étant donné le peu de certitude scientifique sur la persistance des langages contemporains et des modes de compréhensions des signaux en fonction des époques et des contextes culturels. Selon ces experts, les pistes possibles sont davantage à trouver du côté de la succession des choix d'aménagement du site, au niveau de l'architecture, comme le montre les deux esquisses ci-dessous[62].



D'autres collaborations ont, du côté de l'Andra, abouti à des propositions dont l'originalité démontre l'étendue des possibles – derrière laquelle je vois en filigrane la

[59] Lapidos Juliet (07/12/2009). « Garantir la sécurité nucléaire pour l'éternité », *Slate*, disponible sur : <http://www.slate.fr/story/13515/garantir-la-securite-nucleaire-pour-leternite>.

[60] « Mémoire pour les générations futures. Préserver et transmettre la mémoire des déchets radioactifs », *dossier de presse de l'Andra* (septembre 2014), p. 3.

[61] Leclerc Floriane (15/11/2015). « Comment avertir les générations futures de l'enfouissement des déchets radioactifs ? », *Slate*, disponible sur : <http://www.slate.fr/story/110441/enfouissement-dechets-radioactifs-avertir-generations-futures>.

[62] Brill Michael (1991). *Site Design to Mark the Dangers of Nuclear Waste for 10,000 Years*. The Buffalo Organization for Social and Technological Innovation Inc. (BOSTI).

présence très importante d'incertitudes – telles que la modification génétique d'une espèce de chat qui apparaîtrait de couleur verte en présence de radioactivité, couplée à une transmission orale associant le chat vert à la dangerosité[63], ou encore un rite de construction progressive d'une colline voyant les habitants des environs ajouter chaque année un volume de terre sur l'emplacement du centre d'enfouissement[64].

4. Une question vive au cœur de l'actualité

La question du stockage des déchets radioactifs en couches profondes est une controverse socio-scientifique. Dans la suite des controverses suscitées par la mise en place du programme nucléaire français (essentiellement militaire, au début) juste après la fin de la Seconde Guerre Mondiale et des mobilisations sociales qu'elle a suscité à l'aune de la naissance de l'écologie politique, ce type de stockage est loin d'être une solution évidente et communément acceptée par tous les acteurs de la société. La gestion des déchets s'est rapidement présentée comme un point d'achoppement entre les parties prenantes de la controverse. S'agissant de Cigéo, le réseau Sortir du Nucléaire (SDN)[65] s'est mobilisé à plusieurs reprises pour dénoncer la philosophie et les approximations techniques du projet, ainsi que de l'ensemble des filières de traitement des déchets[66]. Suite à la loi de 2006 qui a programmé la tenue d'un débat publique pour juger de l'opportunité de construire ou non Cigéo, une quarantaine d'associations, dont les associations d'opposition locale Bure Zone Libre et Bure Stop55, Les Amis de la Terre et SDN[67], décident de boycotter la consultation, dénonçant une « imposture pseudo-démocratique » destinée à « faire accepter le nucléaire et ses déchets ». Le mardi 17 mai 2016 est adopté au Sénat une proposition de loi déposée par Gérard Longuet (sénateur Les Républicains) actant dans la juridiction le choix de construire un centre d'enfouissement profond. Le 11 juillet 2016, la loi est également adoptée à l'Assemblée Nationale. Les joutes qui ont opposé les élues écologistes (défavorables à Cigéo) et l'immense majorité des autres élues (favorables à Cigéo) ont surtout concerné le coût exorbitant du projet, estimé à 35 milliards d'euro par l'Andra[68] et la notion de réversibilité du choix de stockage en couches profondes. Début juillet 2016, des centaines d'activistes se sont mobilisés au lieu-dit bois Lejuc, pour abattre le mur érigé par l'Andra autour du site potentiel d'implantation de Cigéo et occuper le massif[69]. Le 22 février 2018, les occupants du

[63] « La solution Radiochats » (01/10/2015), *compte Dailymotion de l'Andra*, disponible sur : <http://www.dailymotion.com/video/x38bf2c>.

[64] « Une Colline (A Hill), un projet participatif de Veit Stratmann », *Ressource Arts & Écologies*, disponible sur : <http://www.ressource0.com/veit-stratmann-une-colline-les-questions/>.

[65] Sortir du Nucléaire est une fédération regroupant, à l'échelle de la France, des associations et des organisations opposées à l'utilisation du nucléaire pour des applications civiles et militaires.

[66] SDN tient une vieille militante qui l'amène à organiser régulièrement des mobilisations sur ce sujet : « Nucléaire, de la mine aux déchets, tout-e-s concerné-e-s », disponible sur : <http://www.sortirdunucleaire.org/Tous-concernes>.

[67] L'ensemble des signataires de l'appel à boycott du débat publique est visible sur : <http://www.sortirdunucleaire.org/article28617> (publié le 15/05/2013).

[68] Massemin Émilie (18/05/2016). « Déchets radioactifs : le Sénat déroule le tapis rouge à Cigéo », *Reporterre*, disponible sur : <https://reporterre.net/Dechets-radioactifs-le-Senat-deroule-le-tapis-rouge-a-Cigeo>.

[69] Le Hir Pierre (15/07/2016). « Déchets radioactifs : à Bure, "on défait le mur !" », *LeMonde.fr*, disponible sur : <http://www.lemonde.fr/energies/article/2016/08/15/dechets-radioactifs-a-bure-on-defait-le-mur_4982752_1653054.html?xtmc=dechets_radioactifs&xtcr=7>.

bois ont été expulsés du bois, puis de la maison associative de lutte contre le projet, par le recours à la force et à la violence de la part de la préfecture[70]. Les prochains mois verront donc se dessiner les suites de cette controverse qui s'incarne à la fois par des débats d'arguments, comme dans les instances politiques, mais aussi sur le terrain de la mobilisation sociale et de la désobéissance civile, maintenant que le projet Cigéo est inscrit dans la loi. On le voit ici, la vivacité de la question est importante et a connu un fort regain durant l'année 2016, puis 2018, lorsqu'elle s'est transformée en lutte de terrain. Les grandes incertitudes brassées par la controverse ne sont pas étrangères à la polarisation du conflit.

5. Des incertitudes à tous les niveaux… génératrices de vivacité

Pour reprendre les différentes formes d'incertitudes socio-épistémiques que j'ai proposé d'identifier, voici une série d'exemples non-exhaustifs d'incertitudes qui traversent précisément le projet de centre d'enfouissement de Bure.

1. Incertitude **épistémique** :

> *L'état des savoirs en géologie permet-il de se projeter sur une période de 300 000 ans et garantir la total stabilité du site choisi au cours des prochains millénaires ? Les matériaux de construction des galeries d'accès et des salles de stockage, tels qu'ils sont conçus aujourd'hui, sont-ils éprouvables sur une telle échelle de temps ? L'étendue de notre réflexion en linguistique, sémiotique, architecture, anthropologie, archéologie, etc., est-elle suffisante pour mettre en place un dispositif de transmission viable et pérenne des savoirs relatifs au site d'enfouissement et à la dangerosité des déchets qui y sont entreposés ?*

2. Incertitude des **effets** :

> *Les savoirs et les technologies développés pour le projet Cigéo vont-ils contribuer à légitimer ou délégitimer l'énergie nucléaire ? Comment va réagir la population vivant à proximité du site et les générations futures, à moyen et à long terme ? Quels vont être les nouveaux besoins de traitement créés par l'évolution de la filière électro-nucléaire, notamment concernant le démantèlement des centrales obsolètes (sans parler des filières militaires) ? Que vont faire les institutions et les agences en charge de la résolution du problème ? Comment vont-elles gérer le savoir produit ?*

3. Incertitude des **décisions** :

> *Même si l'on prône la sortie de l'énergie nucléaire, comment entreposer ces déchets jusqu'à ce qu'ils ne soient plus dangereux ? Doit-on décider maintenant ou laisse-t-on aux acteurs scientifiques le temps de dégager de nouvelles solutions ? Comment décider démocratiquement de la méthode et du lieu d'entreposage des déchets, avec les incertitudes que l'on connaît ?*

4. Incertitude des **acteurs** :

[70] Lavocat Lorène (23/02/2018). « Bure : l'assaut des gendarmes », *Reporterre*, disponible sur : <https://reporterre.net/Bure-l-assaut-des-gendarmes>.

Est-ce la responsabilité de la société contemporaine, des pro-nucléaires, des antis, des physiciennes, des philosophes, des politiques… de décider ? Où s'arrête le périmètre de la population locale concernée par le projet, étant donnée les risques de dissémination de la radioactivité ? Les artistes ont-ils leur mot à dire, dans le même espace de débat que les physiciens ? Sont-ce les générations actuelles responsables des choix faits par des responsables politiques au siècle dernier ? Et les générations futures, seront-elles responsables des choix faits aujourd'hui pour stocker cet héritage ?

5. Incertitude des **incertitudes** :

N'y a-t-il pas une quantité d'éléments à prendre en compte pour considérer la question et dont nous n'avons même pas conscience, concernant l'évolution de la science, de phénomènes environnementaux qui pourraient se produire[71]*, de basculements politiques inattendus, d'accidents potentiels ? Et s'il n'existait tout simplement pas de solution viable à cet enjeu incommensurable ? Serions-nous alors en capacité de faire face à la situation, malgré une incertitude extrême ?*

6. Imaginons un cours de physique, dans un lycée de Bar-le-Duc…

Projetons-nous maintenant de manière imaginaire dans une classe de sciences physiques, au lycée Poincaré de Bar-le-Duc, pendant une séquence sur l'énergie dédiée aux modes de production électrique, tel que le curriculum incite à le faire[72]. À une quarantaine de kilomètre de Bure, avec peut-être des parents d'élèves qui travaillent pour l'Andra, ou qui militent contre Cigéo, considérant les rebondissements récents de la controverse et la couverture médiatique locale, on peut imaginer la vivacité potentielle d'une discussion en classe sur la place du nucléaire dans le bouquet énergétique français. De surcroît, on peut imaginer les interrogations du ou de la professeure en charge du cours : doit-on aborder la question du retraitement des déchets ? N'est-ce pas trop vif, ou trop incertain pour l'aborder en cours de physique ? Est-ce vraiment raccord avec le référentiel ? Comment sélectionner des sources sur le sujet, alors qu'elles disent toutes une chose et son contraire ? Est-ce

[71] On peut voir comment les grands bouleversements environnementaux que l'humanité a provoqué interagissent entre eux, aboutissant à des situations complexes dont la prévisibilité semble impossible. Problème nucléaire et problème climatique peuvent notamment s'imbriquer dans un problème convergent : au Groenland, une base militaire américaine secrète dotée d'un réacteur nucléaire et construite dans les années 1950 sous 35 mètres de glace laissera apparaître des déchets radioactifs à l'air libre à l'horizon 2090, à cause du réchauffement climatique, selon une étude menée par des géophysiciens (Amétis Amélie (18/08/2016). « À cause du réchauffement, des déchets radioactifs vont émerger au Groenland », *Slate*, disponible sur : <http://www.slate.fr/story/122007/dechets-radioactifs-groenland-rechauffement-climatique>).

[72] L'arrêté du 21 juillet 2010 « fixant le programme d'enseignement spécifique de physique-chimie en classe de première de la série S » propose ainsi de contribuer à « la construction d'une culture scientifique et citoyenne indispensable à une époque où l'activité scientifique et le développement technologique imprègnent notre vie quotidienne et les choix de société » et permet de mettre en débat ces choix dans le cadre du troisième axe du programme, intitulé « Agir, défis du XXIe siècle ».

vraiment judicieux de les faire plonger dans un sujet aussi vertigineux et anxiogène ? Dois-je donner mon avis ? Dois-je les emmener à l'espace d'exposition de l'Andra ? Inviter un ou une militante de Bure Zone Libre dans la classe ? Inciter les élèves à formuler leurs points de vue, leurs pistes de solution ? Comment faire, pédagogiquement, avec une question aussi ouverte ?

Bibliographie du chapitre 1

Albe, V. (2009). *Enseigner des controverses*. Presses Universitaires de Rennes.

Albe, V., & Ruel, F. (2008). Des enseignements de sciences dans une perspective d'éducation citoyenne?

Albe, V., & Simonneaux, L. (2002). L'enseignement des questions scientifiques socialement vives dans l'enseignement agricole : Quelles sont les intentions des enseignants ? *Aster « Sciences, techniques et pratiques professionnelles »*, (34), 131-156.

Alpe, Y., & Barthes, A. (2013). De la question socialement vive à l'objet d'enseignement : comment légitimer des savoirs incertains ? *Les dossiers des sciences de l'éducation*, (29), 33-44.

Alsop, S., & Bencze, L. (2014). Activism! Toward a More Radical Science and Technology Education. In L. Bencze & S. Alsop (Éd.), *Activist Science and Technology Education* (Vol. 9, p. 1-19). Springer Netherlands.

Audigier, F. (1995). Histoire et géographie : des savoirs scolaires en question entre les définitions officielles et les constructions des élèves. *Spirale*, (15), 61–89.

Bachelard, G. (1927). *Essai sur la connaissance approchée*. Librairie philosophique J. Vrin.

Bauman, Z. (2003). *La Vie en miettes. Expérience postmoderne et moralité*. Hachette.

Beck, U. (2001). *La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*. Aubier.

Bensaude-Vincent, B. (2009). *Les vertiges de la technoscience. Transformer le monde atome par atome*. La Découverte.

Bensaude-Vincent, B. (2010). Splendeur et décadence de la vulgarisation scientifique, (17), 19-32.

Bertho, A. (2014). Les mots et les pouvoirs. *Communications*, *94*(1), 15-29.

Bloor, D. (1982). *Sociologie de la logique ou les limites de l'épistémologie*. Pandore.

Boltanski, L., & Chiapello, E. (1999). *Le nouvel esprit du capitalisme*. Gallimard.

Bourdieu, P. (2001). Pour un savoir engagé. In *Contre-feux 2* (p. 33-40). Liber - Raisons d'agir.

Bourdieu, P. (2002, février). Pour un savoir engagé. *Le Monde Diplomatique*, p. 3.

Callon, M., Lascoumes, P., & Barthe, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*. Le Seuil.

Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin Harcourt.

Carter, L. (2014). The Elephant in the Room: Science Education, Neoliberalism and Resistance. In L. Bencze & S. Alsop (Éd.), *Activist Science and Technology Education* (Vol. 9, p. 23-36). Springer Netherlands.

Charlot, B. (1997). *Du rapport au savoir*. Paris: Anthropos.

Chateauraynaud, F. (2011). *Argumenter dans un champ de forces : Essai de balistique sociologique*. Éditions Pétra.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. La pensée sauvage.

Chevallard, Y. (1997). Questions vives, savoirs moribonds : le problème curriculaire aujourd'hui. In *Actes du colloque Défendre et transformer l'école pour tous* (p. 3–5).

Christensen, C., & Fensham, P. J. (2012). Risk, Uncertainty and Complexity in Science Education. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Éd.), *Second*

International Handbook of Science Education (p. 751-769). Springer Netherlands.
Collins, H. M., & Evans, R. (2002). The third wave of science studies studies of expertise and experience. *Social studies of science*, *32*(2), 235–296.
Commoner, B. (1966). *Science and Survival*. Viking.
Crick, B. (1998). *Education for citizenship and the teaching of democracy in schools*. London: Qualification and Curriculum Authority.
De Bernardo, A., & Molinatti, G. (2014). Un corpus médiatique pour aborder la controverse OGM en classe: propriétés et modalités de constitution. In *Actes des 8èmes rencontres scientifiques de l'Ardist* (Vol. 18, p. 41-49). Marseille: Skholê - Cahiers de la Recherche et du Développement.
Debailly, R. (2013). Les orientations de la politisation de la science en France et aux États-Unis. Présenté à 13ème congrès de l'Association Française de Science Politique, Paris.
Descartes, R. (1905). *Discours de la méthode*. (G. Gröber, Éd.). Heitz.
Develay, M. (1997). Origines, malentendus et spécificités de la didactique. *Revue française de pédagogie*, *120*(1), 59-66.
Dupuy, J.-P. (2002). *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain*. Le Seuil.
Favre, D. (2013). *L'addiction aux certitudes : Ce qu'elle nous coûte et comment s'en sortir*. Yves Michel.
Favre, D., & Simonneau, L. (2012). Learning About Non-Dogmatic Thinking. *Psychology of Self-Regulation, Nova Science Publishers*, 61–82.
Freire, P. (1974). *Pédagogie des opprimés*. Maspero.
Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, *25*(7), 739–755.
Funtowicz, S., & Ravetz, J. (1994). Uncertainty, complexity and post-normal science. *Environmental toxicology and chemistry*, *13*(12), 1881–1885.
Funtowicz, S., & Ravetz, J. (1997). Environmental problems, post-normal science, and extended peer communities. *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 169–175.
Gayford, C. (2002). Controversial environmental issues: A case study for the professional development of science teachers. *International Journal of Science Education*, *24*(11), 1191-1200.
Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age*. Stanford University Press.
Habermas, J. (1973). *La technique et la science comme" idéologie"*. Gallimard.
Hans, J. (1990). *Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*. Les Éditions du Cerf.
Hodson, D. (1994). Seeking Directions for Change: the personalisation and politicisation of science education. *Pedagogy, Culture and Society*, *2*(1), 71-98.
Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 645–670.
Hodson, D. (2011). *Looking to the Future. Building a Curriculum for Social Activism*. Springer Science & Business Media.
Hottois, G. (2006). La technoscience : de l'origine du mot à ses usages actuels. *Recherche en soins infirmiers*, *86*(3), 24–32.

Irwin, A., & Wynne, B. (1996). *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology*. Cambridge University Press.

Jacobi, D. (1984). Auteurs et lecteurs de la recherche. Une illustration de la thèse de la continuité. *Bulletin de la Bibliothèque de France*, (29), 484–491.

Jacobi, D., & Schiele, B. (1993). *Vulgariser la science : Le procès de l'ignorance*. Éditions Champ Vallon.

Jas, N., & Boudia, S. (2015). Gouverner un monde dangereux. Les risques techniques, sanitaires et environnementaux. In *Histoire des sciences et des savoirs. Le siècle des technosciences* (Vol. 3, p. 381-397). Le Seuil.

Kelly, T. E. (1986). Discussing controversial issues: Four perspectives on the teacher's role. *Theory & Research in Social Education*, *14*(2), 113–138.

Kirch, S. A. (2012). Understanding Scientific Uncertainty as a Teaching and Learning Goal. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Éd.), *Second International Handbook of Science Education* (p. 851-864). Springer Netherlands.

Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science education*, *85*(3), 291–310.

Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, *28*(14), 1689–1716.

Kuhn, T. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion.

Kurtz, C. F., & Snowden, D. J. (2003). The new dynamics of strategy: Sense-making in a complex and complicated world. *IBM systems journal*, *42*(3), 462–483.

Ladage, C., & Chevallard, Y. (2010). La pédagogie de l'enquête dans l'éducation au développement durable. In *Colloque international « Éducation au développement durable et à la biodiversité »* (p. 20–22). IUT de Provence, Digne-les-Bains.

Latouche, S. (2013). *Jacques Ellul contre le totalitarisme technicien* (1re éd.). Le Passager Clandestin.

Latour, B. (1989). *La science en action : introduction à la sociologie des sciences*. La Découverte.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education*, *84*(1), 71–94.

Legardez, A. (2004). Transposition didactique et rapports aux savoirs: l'exemple des enseignements de questions économiques et sociales, socialement vives. *Revue française de pédagogie*, 19–27.

Legardez, A., & Alpe, Y. (2001). La construction des objets d'enseignements scolaires sur des questions socialement vives: problématisation, stratégies didactiques et circulations des savoirs. In *Actes du 4ème Congrès AECSE (Actualité de la recherche en éducation et formation)*. Lille.

Legardez, A., & Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité* (Vol. 110). Éducagri Éditions.

Levinson, R. (2006a). Teachers' perceptions of the role of evidence in teaching controversial socio-scientific issues. *The Curriculum Journal*, *17*(3), 247-262.

Levinson, R. (2006b). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, *28*(10), 1201-1224.

Lévy-Leblond, J.-M. (1996b). *Aux contraires. L'exercice de la pensée et la pratique de la science*. Gallimard.

Lévy-Leblond, J.-M. (1996a). *La pierre de touche : la science à l'épreuve*. Gallimard.
Maris, V. (2015). *Nature à vendre, les limites des services écosystémiques*. Éditions Quae.
Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 29–48.
Moles, A., & Oulif, J.-M. (1967). Le troisième homme, vulgarisation scientifique et radio. *Diogène*, *58*, 29–40.
Montuori, A., & Khalifa, J.-C. (2014). Créativité et complexité en temps de crise. *Communications*, *95*(2), 179–198.
Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Le Seuil.
Oulton, C., Dillon, J., & Grace, M. M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, *26*(4), 411-423.
Pedretti, E., & Hodson, D. (1995). From rhetoric to action: Implementing STS education through action research. *Journal of Research in Science Teaching*, *32*(5), 463–485.
Pena-Vega, A. (2014). À l'épreuve des incertitudes. *Communications*, *95*(2), 5–8.
Pessis, C. (2014). *Survivre et vivre. Critique de la science, naissance de l'écologie*. L'Échappée.
Pestre, D. (2003). *Science, argent et politique : un essai d'interprétation*. Éditions Quae.
Piclin, M. (1984). Descartes et la première certitude. *Les Études philosophiques*, 23–36.
Pollack, H. N. (2005). *Uncertain science… uncertain world*. Cambridge University Press.
Quet, M. (2013). *Politiques du savoir. Sciences, technologies et participation dans les années 1968*. Éditions des Archives Contemporaines.
Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, *19*(2), 167–182.
Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. McGraw-Hill International.
Régnier, J.-C. (2003). A propos de la formation en statistique. Approches praxéologiques et épistémologiques de questions du champ de la didactique de la statistique. *Revue du Centre de recherche en Education*, *22*, 157–201.
Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In *Handbook of research on science education* (p. 729-780).
Roqueplo, P. (1974). *Le partage du savoir. Science, culture, vulgarisation*. Le Seuil.
Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(5), 513-536.
Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005a). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(1), 112-138.
Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005b). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, *89*(1), 71-93.
Séré, M.-G., Journeaux, R., & Winther, J. (1998). Enquête sur la pratique des enseignants de lycée dans le domaine des incertitudes. *Bulletin d'Union des Physiciens*, *801*, 247–254.

Simonneaux, L. (2014a). From Promoting the Techno-sciences to Activism – A Variety of Objectives Involved in the Teaching of SSIs. In L. Bencze & S. Alsop (Éd.), *Activist Science and Technology Education* (Vol. 9, p. 99-111). Springer Netherlands.

Simonneaux, L. (1995). *Approche didactique et muséologique des biotechnologies de la reproduction bovine*. Lyon 1.

Simonneaux, L., & Legardez, A. (2011). *Développement durable et autres questions d'actualité*. Éducagri Éditions.

Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education*, *4*(3), 657-687.

Solomon, J., & Aikenhead, G. (1994). *STS Education: International Perspectives on Reform. Ways of Knowing Science Series.* Teachers College Press.

Sormany, P. (1996). La vulgarisation : un partage de l'ignorance. *Québec français*, (102), 64–67.

Stengers, I. (1997). *Sciences et pouvoirs. Faut-il en avoir peur ?* Labor.

Stengers, I. (2009). *Au temps des catastrophes. Résister à la barbarie qui vient*. La Découverte.

Stenhouse, L. (1983). *Authority, Education, and Emancipation: A Collection of Papers*. Heinemann.

Stradling, B. (1985). Controversial Issues in the Curriculum. *Bulletin of Environmental Education*, *170*, 9–13.

Terray, E., Bobbé, S., & Alphandéry, P. (2014). Logique militante et logique de la recherche. Entretien. *Communications*, *94*(1), 135-147.

Weber, M. (1959). *Le savant et le politique*. Plon.

Wittgenstein, L. (1965). *De la certitude*. Gallimard.

Wynne, B. (1992). Uncertainty and environmental learning: reconceiving science and policy in the preventive paradigm. *Global environmental change*, *2*(2), 111–127.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, *89*(3), 357-377.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in science teaching*, *39*(1), 35–62.

/ CHAPITRE 2 /

Problème, posture, méthode(s)

IV. PROBLÉMATISATION

Où il est question de questions, de mots, d'une problématique, de directions et, même, de chemin.

Considérons mon cheminement. Dans mon cadre théorique, j'associe des regards sociologiques et philosophiques critiques sur les technosciences avec les analyses de la didactique des questions socialement vives. Puisqu'une des problématiques de fond de ce courant de la didactique est celle de la distance entre l'école et la société, il m'a semblé indispensable de situer en amont le contexte scientifique et social qui matérialise cette distance et les tensions qui la travaillent. Le choix de l'angle particulier des incertitudes socio-épistémiques est venu d'un constat premier : dans les travaux empiriques portant sur l'enseignabilité des questions vives, les enseignants sont déstabilisés par une reconfiguration de leur rapport à la certitude. Pour moi, cette hypothèse spontanée constitue l'écho, dans un contexte éducatif, des propos d'Edgar Morin, constatant que plus la société développe de connaissances et de techniques, plus elle découvre l'étendue des incertitudes en présence quand il s'agit de penser son avenir. Je m'engage donc pour une mutation de l'éducation aux sciences qui refonde notre relation à l'incertitude. J'estime notamment qu'il faut sortir de la rationalisation de l'incertitude par l'unique approche statistique, dont la valorisation par l'expertise se rapproche trop souvent de l'argument d'autorité. Au contraire, dans la perspective éducative que je souhaite développer, l'incertitude serait idéalement un facteur de créativité : si nous savons que nous ne savons pas, profitons-en pour imaginer tout ce qu'il est possible de faire, en considérant des orientations scientifiques collectivement discutées, voire en visant des horizons utopiques. En outre, interrogeons dans ce cadre la place des modèles qui visent à réduire cette incertitude, pourtant féconde. Toutefois, les souhaits que je formule ici sont des orientations à poursuivre à long terme. Je considère qu'ils sont des implications et des préconisations possibles de mon travail de thèse. Dans ce raisonnement, la première étape est pour moi d'interroger les enseignantes sur la façon dont elles se représentent ces incertitudes, cela ayant été très peu documenté. D'abord, ressentent-elles ou non la présence de ces incertitudes ? Si oui, les vivent-elles vraiment comme des obstacles, comme les études dans le champ des questions socialement vives ont tendances à le montrer ? Qu'est-ce qui joue, dans leur posture professionnelle, sur la manière dont elles réagissent à cette confrontation à l'incertain ? Les contraintes pédagogiques que j'ai évoquées sont en effet des contraintes relativement communes pour les professionnels de l'éducation et sont ancrées dans des questionnements didactiques déjà bien explorés. Mais dans les situations d'enseignement des questions vives, j'estime que ces contraintes sont amplifiées, traduites, reprécisées et remodelées par la nature socio-épistémique des savoirs convoqués : les freins pédagogiques sont d'autant plus importants par rapport à d'habitude que les objets d'enseignements sont encore plus emprunts d'incertitudes que les objets stabilisés. Ma problématique globale de recherche se formulera donc telle quelle :

Comment les enseignants appréhendent-ils les formes d'incertitudes socio-épistémiques auxquelles ils sont confrontés quand ils introduisent les ques-

tions socialement vives au sein de l'espace scolaire ?

Ici, je précise qu'« appréhender » s'entend au sens de « saisir par l'entendement, par un acte précis de la pensée »[73].

Étant donné que les réponses possibles à cette question générale sont aussi grandement influencées par le contexte dans lequel elle s'incarne, je mènerai mon enquête de terrain autour d'une question vive spécifique, celle de la transition agricole, qui prend dans le cadre prescriptif actuel de la politique agricole et éducative française la dénomination de transition agroécologique[74]. Ma problématique se matérialise alors de cette façon :

Comment les enseignants appréhendent-ils les formes d'incertitudes socio-épistémiques auxquelles ils sont confrontés quand ils introduisent la question socialement vive de la transition agroécologique au sein de l'espace scolaire ?

Cette problématique peut se diviser en trois orientations de recherche, plus précises :

1. *Niveau socio-épistémique :* Quelles sont les différentes formes d'incertitudes perçues par les enseignantes lorsqu'elles sont confrontées à la question de la transition agro-écologique ?

2. *Niveau didactique :* Pour les enseignants, que représentent ces incertitudes quand ils se projettent en situation d'enseignement de la question, en termes de contraintes, de difficultés et/ou d'opportunités, de leviers ?

3. *Niveau professionnel :* Quelle est l'influence des facteurs issus de l'environnement éducatif et social – principalement concernant la filière d'enseignement, l'expérience professionnelle et la formation reçue - sur ces modalités d'appréhension de la question par les enseignantes ?

[73] Dictionnaire lexicographique en ligne du CNRTL.

[74] Je reviens en détail sur cette question dans le chapitre suivant.

V. Ma posture de recherche : engagement & épistémologie

Où il est question d'engagement, d'implication, de valeurs, de citoyenneté en quelque sorte, mais aussi de philosophie et de philosophes, d'épistémologie, de réel, de progrès, de théories, de faits, de pronoms personnels et même, si l'on cherche bien, de la Lune.

a. La pratique d'une science engagée

1. Comparaison et clarification

À la question de savoir si une posture de recherche impartiale et rigoureuse serait compatible avec un engagement axiologique, ma réponse théorique a été oui, dans le chapitre précédent. Mon point de départ est l'idée que « la science est le pouvoir, parce que tous les résultats de recherche ont des implications politiques » (Denzin & Lincoln, 1998, p. 4), idée développée initialement dans la philosophie de Foucault (2005) et qui n'est pas sans incidence sur la représentation que je me fais de la responsabilité politique et sociale qui est celle des chercheurs aujourd'hui. À l'heure de développer les méthodes spécifiques que je me donne en réponse aux problématiques soulevées, je souhaite donc détailler ce que je considère constitutif de ma posture de recherche. Je me base sur une définition de la posture comme « un ensemble particulièrement massif d'éléments d'ordre matériel, subjectif et structurel par lesquels il [le chercheur] se trouve immergé et engagé dans le social » (Alphandéry & Bobbé, 2014, p. 3), ce qui peut s'incarner concrètement dans « la position que le chercheur occupe par rapport à ses objets de recherche, à ses interlocuteurs, à son terrain, mais aussi à ses pairs et aux institutions qui structurent ses activités » (Alphandéry & Bobbé, 2014). En clarifiant cette posture ici, le but n'est pas de la figer pour l'éternité mais d'en proposer une compréhension synthétique à un moment donné, celui de la rédaction de mon travail de thèse. Cette posture se révèle évidemment évolutive. Écrivant ainsi ma thèse au « subjectif imparfait », je fais le choix de placer au grand jour les attaches qui sont les miennes avec mes objets de recherche.

La notion de posture de recherche, en sciences, est un fourre-tout. Pour la décrire, on trouve différentes définitions qui n'impliquent ni le même degré d'engagement ni la même exigence épistémologique, voire n'impliquent pas d'engagement et d'exigence épistémologique du tout. J'ai regroupé les quelques définitions qui me semblent stimulantes dans le tableau suivant, et que je pourrais appeler postures de recherche engagées.

Tableau 3. Les postures de recherche engagée et leurs implications

Termes de l'engagement	*Objectif de transformation politique*	*Implications épistémologiques*	*Implications de posture*
« Sciences impliquées » (Coutellec, 2015)	Sortir du « productivisme scientifique », démocratiser les sciences.	Analyse critique et systématique du statut de la science à l'intérieur d'elle-même (au-delà des controverses) et sortie des déterminations historiques et disciplinaires.	Principe de responsabilité quant aux conséquences et finalités de la recherche. Partage des savoirs et des pouvoirs comme « valeur épistémique centrale ». Usage de la pensée critique.
« Recherche critique » (Steinberg & Kincheloe, 2012)	Lutter contre les inégalités dans la société contemporaine.	Rejet du positivisme et des notions de rationalité, d'objectivité ou de vérité.	Rendre public l'implicite (faire connaître le lien entre valeurs et pratiques). Découvrir et exposer les moyens utilisés par le pouvoir dominant pour maintenir sa domination.
« Science engagée », « savoir engagé » (Bourdieu, 2001)	Lutter contre les formes de domination et les abus de pouvoir commis à l'aide de « l'autorité de la science ».	Ø (pas d'éléments épistémologiques mais d'autres publications ont permis à Bourdieu de défendre l'objectivité et l'autonomie de la science, dans une perspective de rationalisme appliqué [Bourdieu, Chamboredon, & Passeron, 2005])	Mettre au jour les facteurs de l'ordre social et de ses dominations. Exercer une « réflexivité critique ». Inventer collectivement des alternatives (rôle d'« accoucheur »).
« Subjectivité du chercheur » (Alphandéry & Bobbé, 2014)	Ø (objectif plus restreint de compréhension de la diversité des pratiques de recherche au moyen de déterminants personnels et politiques)	Remise en question de la neutralité. Pluralité des méthodes garantes de la « fécondité de la recherche ».	Expression du « je » du chercheur. Réflexivité pour expliciter sa propre posture.

On voit alors les nuances exprimées dans le choix de telle ou telle expression. Mais outre Alphandéry & Bobbé pour qui l'expression nuancée de « subjectivité du chercheur » est sans doute une manière de respecter la pluralité des contributions au numéro de la revue qu'il et elle ont dirigé sur le sujet, ces différentes définitions d'une posture de recherche engagée sont plutôt convergentes. Tous les auteurs sont d'accord pour reconnaître l'existence de biais possibles, mais affirment dans le même temps que la nature de l'activité de recherche est aussi d'être influencée par la subjectivité de celui ou celle qui la met en place. Alors, pour Coutellec (2015, p.

21) , « il ne s'agit pas d'essayer de se libérer de ces biais, voire de les ignorer, mais plutôt de les expliciter pour pouvoir les critiquer au sein des communautés scientifiques par des interactions appropriées dans le cadre d'une "gestion des valeurs sociales" ». Au cœur de cette réflexion, il y a la critique de l'idée de neutralité du chercheur. Dewey (2011) appelait déjà à reconsidérer l'usage de la « valuation » en sciences et à dépasser l'opposition valeur/norme qui tient la valeur comme une fin arbitraire tandis que la norme serait censément issue d'un processus rationnel. Au contraire, dans le cadre de sa philosophie pragmatique, Dewey considère que la valeur est l'expression d'un but qui peut être discuté collectivement et placé en soutien à un processus d'enquête en sciences sociales, ou à un projet de transformation démocratique, s'agissant finalement de « dire ce à quoi nous tenons » (Renault, 2012). C'est-à-dire *ce à quoi je tiens* que la prochaine sous-partie est dédiée. Pour le reste, l'essentiel de mon effort d'explicitation sera consacré à des questions épistémologiques. J'adhère en effet aux propos de Coutellec (2015a) quand il affirme que les sciences sont *intrinsèquement* impliquées, rien que dans le statut qu'elles donnent à leurs propres productions. J'ai lu bien trop de thèses et de travaux scientifiques dont les auteurs ou autrices ne se sont pas posées la question de l'appropriation de leurs conclusions, ou de l'ambition scientifique qu'ils et elles leur donnaient. Or, la qualification de "scientifique" attribue à ces travaux, à nos travaux, une responsabilité sociale, celle de situer la nature des connaissances que nous produisons auprès de ceux et celles qui souhaitent les comprendre et se les approprier.

2. Mettre en mots ma posture : cheminement et valeurs

Cette partie est consacrée à l'explicitation de mon parcours personnel, dans un but de contextualisation de ma posture de recherche. J'y regroupe les épisodes majeurs qui m'ont amenés jusque là et les valeurs qui me semblent guider mon action. On peut relier cette partie à celle qui introduit le chapitre suivant et qui explicite mon positionnement spontané vis-à-vis de la question vive explorée.

Engagement(s) par et pour l'écologie politique

Ma préoccupation écologique prend sa source dans des pratiques installées dans mon milieu social. Tout est parti de l'alimentation familiale : des grands-parents boulangers parmi les premiers à proposer du pain à base de farine biologique à la fin des années 1970, des parents s'interrogeant quotidiennement sur le type de produits qu'ils servaient à leurs enfants… Les bases étaient là. À partir de l'interrogation "qu'y a-t-il dans mon assiette ?", j'ai déroulé le fil de la pelote. J'ai ainsi rapidement fait le lien entre les choix de consommation qui pouvaient être actés à un niveau individuel et la question politique des modèles agricoles et des modes de distribution. L'une des premières questions qui a suscitée chez moi une envie d'engagement militant est celle des Organismes Génétiquement Modifiés. J'avais presque 9 ans lorsque José Bové et d'autres paysans militants démontaient le Mac Donald's de Millau le 12 août 1999, et s'il était trop tôt pour moi pour en prendre conscience, cet événement m'a influencé ensuite, lorsque j'étais adolescent. J'étais admiratif de la manière dont José Bové osait s'opposer frontalement et physiquement à une grande multinationale, symbole de la malbouffe et des errements des entreprises de l'agroalimentaire prêtes à tout pour maximiser leurs profits. Faucher des OGM ou démonter un restaurant dans une zone industrielle sont des actions illégales. Ce

type de désobéissance me paraissait requérir un courage inédit, et le fait que des hommes et des femmes puissent le faire, pour défendre la paysannerie, le patrimoine culinaire, les intérêts du vivant, forçait mon admiration, nourrissait mon espoir de pouvoir agir sur le cours des choses et suscitait mon envie de m'engager moi aussi pour peser dans la balance. Les marées noires survenues sur les côtes bretonnes font parties des autres événements majeurs qui m'ont profondément marqués. Étant né et ayant grandi en Bretagne, j'ai sans doute déjà été touché par le souvenir collectif traumatisant des marées noires successives, si destructrices pour le littoral. Les naufrages de l'Erika, le 12 décembre 1999 au large de la côte sud bretonne, puis du Prestige, le 13 novembre 2002 au large du Finistère espagnol, ont tragiquement renforcé ce traumatisme. Face à l'horreur des images d'oiseaux marins agonisant dans la mélasse, je me demandais alors : comment la seule cupidité des armateurs et des entreprises pétrolières – que je tiens pour largement responsables de ces drames – pouvait détruire autant ? Et surtout, pourquoi était-ce aux autres – animaux, habitants, marins, bénévoles, élus locaux, etc. – d'en payer le prix ? Ces événements ont placé la préoccupation environnementale au cœur de mon attention et ont aussi éveillé mes aspirations régionalistes, constatant que c'était toujours les dominés – peuples minoritaires compris – qui subissaient les destructions environnementales provoquées par les grandes entreprises et les responsables politiques qui servaient leurs intérêts. J'ai décidé de sauter le pas de l'engagement militant bien plus tard, à l'automne 2010, alors que j'étais en licence de sciences de l'information-communication à l'Université de Rennes 2. Hésitant entre l'Union Démocratique Bretonne (parti autonomiste de gauche dont une partie des propositions portent sur la protection de l'environnement) et les Jeunes Verts (mouvement de jeunesse des Verts, parti écologiste), je m'engage finalement chez les écologistes. S'ensuit un parcours qui va m'amener à m'investir de manière très importante dans les activités militantes, jusqu'à ce que je devienne co-secrétaire fédéral des Jeunes Écologistes (nouveaux Jeunes Verts, suite à la transformation du parti des Verts en Europe Écologie-Les Verts), c'est-à-dire président en binôme du mouvement de jeunesse au niveau national, consacrant au moins quatre ans de ma vie à développer le mouvement et à me battre avec d'autres pour populariser les thèmes et les revendications de l'écologie politique auprès de la jeunesse. Aujourd'hui en marge du monde partisan, mais toujours sympathisant des écologistes et soutien de luttes diverses (particulièrement celles contre le nucléaire), je me suis engagé dans de nouveaux combats politiques depuis mon arrivée à Toulouse en 2016. L'un de ces combats est mené au sein du collectif AutonoMIE[75], collectif regroupant des mineurs isolés étrangers ainsi que des personnes solidaires et luttant pour la reconnaissance des droits de ces jeunes exilés. Ce dernier combat m'a amené sur d'autres terrains de réflexion : déconstruction de représentations racistes, prise de conscience de la responsabilité de l'État français dans la situation des sociétés africaines (via par exemple le maintien de dépendances économiques, agricoles et toutes sortes de dépendances épistémiques) et d'autres enjeux concernant le milieu éducatif (autour du rôle de l'école dans les parcours de ces jeunes et dans la façon dont elle peut reproduire ou réduire des injustices, des inégalités). Les raisons qui m'ont amené à m'engager pendant ces quatre années dans cette recherche sont donc proches de celles qui ont sous-tendu et qui sous-tendent encore mon activisme.

[75] Les trois dernières lettres sont écrites en capitales, reproduisant l'acronyme de Mineurs Isolés Étrangers (MIE).

Dans ce parcours de vie, je me suis construit un système de valeurs largement ancré dans celui qui délimite les contours de l'écologie politique en tant que courant théorisé. Mes premières lectures ont porté sur la question du rapport des sociétés à la nature. Les ouvrages des Larrère (Larrère & Larrère, 1997), de Moscovici (1972) ou dans un autre style de François Terrasson (Terrasson & Boncoeur, 1997), et leurs actualisations, m'ont amené à une posture critique très forte quant à l'anthropocentrisme qui caractérise le modèle de développement dominant de nos sociétés. En parallèle, j'ai été frappé par le décalage entre la représentation commune de l'écologie politique – assimilée à un mouvement environnementaliste, cherchant avant tout à défendre faune et flore même au détriment de l'humain – et la réalité bien plus complexe d'une pensée, ou d'une idéologie, complète au sens politique – portant de ce fait des idées pour des ruptures et des transitions démocratiques, économiques, sociales et culturelles. Les penseurs du courant de la décroissance (Ariès, 2013 ; Latouche, 2006)et les réflexions de Gorz sur le travail (2004) ont là aussi nourri mon positionnement critique vis-à-vis du productivisme économique et ont peut-être introduit des premiers questionnements sur notre rapport à la finitude, à la limite, à la modération, au ralentissement dans la façon dont nous envisageons les progrès scientifiques et techniques ; questionnements qui ne sont pas si éloignés du travail que je mène sur la notion d'incertitude. J'étais donc d'emblée dans une attitude des plus critiques sur les technosciences, attitude renforcée par la lecture d'Ellul (2012) et sa réflexion toujours aussi pertinente sur l'autonomie de la technique, ou des billets du collectif Pièces et Mains d'Œuvre (PMO)[76]. Ces critiques sont une première étape. Les influences de l'écologie politique m'ont aussi apprises que l'engagement contre quelque chose, pour marcher sur ses deux jambes, nécessitait un pendant inverse capable de construire un imaginaire positif, désirable, transformateur. Mon combat politique était donc aussi celui de toutes les transitions pour basculer d'une société dominée par le productivisme et la rationalité économique à une société remodelée par le fédéralisme et le principe de subsidiarité qui place les « communs » (Bollier & Helfrich, 2014) tout en haut de la pile des priorités politiques[77].

De la communication des espaces naturels protégés à la didactique des questions socialement vives

Ces engagements ont pris corps dans des activités militantes, que je différencie clairement de mon travail de recherche en sciences de l'éducation. Si je ne parle et n'agit donc pas ici en tant que militant, les valeurs et le désir de transformation qui me portent sont les mêmes. Dans mon parcours d'étudiant, cela s'est d'abord traduit, dans mon premier master en sciences de l'information et de la communication, dans le choix de mes sujets de mémoires où mes analyses ont porté sur la communication d'organismes de protection de la nature ou d'espaces naturels protégés. Suite à ma réussite scolaire et surtout à l'apparition d'un goût grandissant pour la recherche en sciences sociales, j'ai dessiné les contours d'un projet de thèse dans le

[76] PMO, « atelier de bricolage pour la construction d'un esprit critique à Grenoble », met régulièrement en ligne des réflexions critiques centrées sur le lien entre technique, système capitaliste et aliénation des individus, disponibles sur <http://www.piecesetmaindoeuvre.com/>.

[77] Dans cette manière de formuler mon engagement, l'utilisation d'échelles de clivage tels que productivisme/anti-productivisme, centralisme/fédéralisme, anthropocentrisme/éco-centrisme, me paraît beaucoup plus pertinente qu'une classique dissociation droite/gauche qui ne reflète plus les charnières autour desquelles glissent les positionnements politiques d'aujourd'hui.

champ des sciences de la communication. J'ai ensuite connu les difficultés que connaissent tous les aspirants doctorants qui veulent financer leur propre projet et ai opportunément candidaté à quelques offres qui, si elles étaient déjà en partie cadrées, avaient le mérite de s'inscrire dans une équipe et un projet de recherche en demande. La proposition de Laurence Simonneaux et Grégoire Molinatti (travailler en tant qu'ingénieur d'étude pour la mise en œuvre du projet européen PARRISE et mener une thèse en parallèle) en faisait partie. Cette possibilité représentait pour moi un pas de côté scientifique, du champ des sciences de la communication à celui des sciences de l'éducation, avec une modification de la focale qui était la mienne sur les rapports natures-sociétés vers les rapports sciences-sociétés. Le pas de côté est désormais réalisé. Si cela s'apparente à un choix opéré au détour d'une opportunité, ce qui est certainement vrai, mon immersion dans les sciences de l'éducation s'est vite transformée en choix d'adhésion. Mon parcours n'y est pas étranger : entre l'influence d'une mère professeure des écoles et une attention particulière, dans le champ de l'écologie politique, portée à la question de la formation des générations futures, je considérais déjà que l'enjeu éducatif était l'un des enjeux les plus cruciaux de la transition que j'appelle de mes vœux.

b. De la nature attribuée au savoir produit

1. Considérations philosophiques autour du relativisme

Le relativisme scientifique constitue une base importante de mon épistémologie personnelle (c'est-à-dire de la manière dont je définis la nature de la connaissance que je produis), elle-même constitutive de ma posture de recherche. Je ne cherche pas pour autant dans cette partie à défendre un camp philosophique ou à coller une étiquette épistémologique, mais simplement à me positionner, à mon échelle, dans le large paysage des sciences. Ce positionnement est une posture sensible, évolutive, et emprunte à différentes influences.

Passons un peu de temps sur la question du relativisme scientifique, pour que je puisse expliciter mon propre positionnement. Comme je l'ai plusieurs fois souligné, Kuhn (1983 mais paru en 1962) introduit l'idée que la validité d'une théorie scientifique dépend de multiples facteurs sociaux qui régissent son inscription dans un « paradigme » normalisé pour une partie majoritaire des communautés scientifiques. Même si la proposition de Kuhn a considérablement nourri les pensées relativistes – par la pertinence du concept d'incommensurabilité notamment – et la nouvelle sociologie des sciences, il s'est toujours défendu de cette intention. Dans une postface d'une nouvelle édition de son essai *La structure des révolutions scientifiques* datée de 1969, il précise ainsi une vision assez linéaire du progrès scientifique où chaque paradigme conserve les "réponses" instituées dans les paradigmes précédents. Cela n'enlève rien à la portée de sa réflexion sur la manière de considérer le processus de constitution des connaissances mais limite son utilisation critique. Ainsi, pour continuer à contribuer au progrès, l'activité scientifique doit-elle tenter de s'extraire de l'influence de ces facteurs sociaux qui, pour Kuhn, ne semblent donc pas être intrinsèquement à sa base ? La contradiction est de taille : si

l'acte scientifique est un acte socialement constitué, pourquoi son résultat – la connaissance – serait-elle autonome de son processus, alimentant un progrès cumulatif indépendant de son contexte de production ?

Plus haut (ou plus loin) sur l'échelle du relativisme, Feyerabend (1979) critique deux idées qui font le chantre de la philosophie rationaliste : celle de l'objectivité, et celle de la raison. Il critique également le postulat qui fait la base de l'empirisme rationaliste, celui de la corrélation entre théorie et fait, vérifiable par l'expérimentation. Feyerabend affirme en effet que l'apparente solidité d'une théorie dans sa description des faits tient au fait que « tout événement concevable peut être décrit dans ses termes et que toute difficulté peut être expliquée à partir de ses principes » (1979, p. 36). Alors, si l'on admet généralement que la science progresse par induction, l'auteur pense au contraire qu'elle fonctionne et devrait plus explicitement fonctionner par contre-induction. Pour lui, la science progresse bien davantage lorsqu'elle retient des hypothèses qui ne s'accordent ni avec les théories établies, ni avec les faits prétendument vérifiés. Il préconise ainsi de s'intéresser aux hypothèses les plus éloignées de la théorie considérée comme "vraie" qui fait le point de départ d'une activité scientifique (idées non testées, idées qui paraissent absurdes, ou idées réfutées par une expérience…), plaçant les idées en contrastes les unes par rapport aux autres plutôt qu'avec la seule expérience qui donne l'illusion de reproduire une "réalité". Les hypothèses *ad hoc*, qui ont permis de soutenir de nouvelles théories, permettent aux scientifiques de combler l'inadéquation entre une théorie et un fait, avant que cette inadéquation ne soit réduite par des découvertes ultérieures. Pourtant, pour le philosophe, ces hypothèses ne sont qu'un moyen de maquiller d'un vernis rationnel une progression de la pensée typiquement désordonnée (non-linéaire, influencée par les émotions et les préjugés, etc.) qui fait aussi la nature de l'activité scientifique. Il propose alors d'utiliser explicitement ces hypothèses *ad hoc* et de l'assumer (ainsi que l'usage d'autres outils « irrationnels »), afin de rendre le processus plus fécond, et d'améliorer les théories plutôt que de purement les rejeter au simple motif qu'elles seraient inadaptées aux faits. Il revient notamment sur le cas de Galilée, dont les affirmations soutenant la théorie de Copernic étaient truffées d'approximations[78] si on les examinait avec le prisme des connaissances d'aujourd'hui, mais dont la créativité a rendu possible l'exploration et la validation *a posteriori* d'hypothèses effectivement fertiles. Alors, pour Feyerabend, « le copernicianisme et d'autres conceptions rationnelles n'existent aujourd'hui que parce que dans leur passé la raison fut temporairement inversée. On en conclura qu'il est souhaitable de laisser les inclinations aller à l'encontre de la raison dans n'importe quelles circonstances, car la science peut en tirer profit » (1979, p. 176).

À ce stade, je souhaite rappeler que Feyerabend a aussi développé sa réflexion dans un cadre politique anarchiste, avec la visée de pouvoir laisser les individus se développer en dehors de toute loi, règle ou devoir. Si l'idée anarchiste n'est pas la mienne en tant que citoyen, je partage pour une part l'ambition politique de Feyerabend en positionnant ma posture épistémologique quelque part entre son relativisme radical

[78] Notamment dans la technique développée pour construire son télescope. Apparemment, Galilée n'avait qu'une connaissance approximative des savoirs liés à la théorie de l'optique et son outil d'observation ne pouvait lui fournir que des représentations très approximatives de la Lune. Ses conclusions étaient en outre dépendantes de l'hypothèse *ad hoc* que le télescope, outil absolument nouveau à l'époque, était en capacité de fournir une image "réelle" du ciel observé (ce dont la théorie de l'optique, dans l'état de ses connaissances d'alors, était incapable de comprendre).

et un rationalisme régional critique débarrassé de son postulat réaliste : « la tentative d'imposer une vérité universelle (une façon universelle de trouver la vérité) a conduit à des désastres dans le domaine social, et à des formalismes vides combinés à des promesses intenables » (p. 75). L'enjeu, en s'affirmant relativiste, n'est donc pas de nier toute pertinence ou prétention d'utilité aux sciences, mais de combattre la « tyrannie intellectuelle » que suppose l'idée d'une découverte rationnelle et rationalisée de la Réalité vraie – ou de la Vérité réelle – que seule la Science pourrait mener, à la tête de son cortège de scientifiques en blouses blanches émettant des Hypothèses, découvrant des Faits, renforçant des Théories, en disqualifiant d'autres considérées comme fausses dans un supposé mouvement continu répondant au doux nom de Progrès. Au-delà de la caricature d'un positivisme naïf, de multiples positionnements épistémologiques sont venus nuancer le postulat réaliste, mais sans jamais s'en détacher complètement. Pour moi, cette réalité extérieure descriptible par une science autonome n'existe pas. Cette réalité est construite par les sociétés pour assurer l'existence d'un entendement commun. Le point de départ relativiste me semble opérer une coupure beaucoup plus intéressante avec le point de vue réaliste. Ce point de départ m'apparaît tout simplement plus opératoire pour le travail et les objectifs de recherche qui sont les miens.

2. Critiques à l'encontre du relativisme

Boudon est l'un des auteurs francophones qui a le plus discuté le relativisme scientifique, prenant le pari de le critiquer. Je résume ici trois points non-exhaustifs formulés dans son ouvrage *Le juste et le vrai. Études sur l'objectivité des valeurs et de la connaissance* (1995).

1. Pour Boudon, le relativisme opère d'un hyper-empirisme (où le "réel" correspondrait au "concret") qui n'analyse que ce qu'il a envie de voir, sans prendre en compte l'histoire des sciences et toutes les discussions qui sont désormais closes mais dont il ne reste trace. Il considère notamment que de nombreux cas dans l'histoire des sciences peuvent être relevés où les facteurs cognitifs étaient bien plus déterminants que les facteurs sociaux.

2. Avec le relativisme, pour l'auteur, tout est illusion sociale. Mythologie, magie, religion, science, tout est placé sur le même plan d'un « scepticisme radical défendu par le postmodernisme » (p. 496). Il estime de ce fait que ce postmodernisme « a poussé le balancier trop loin. On peut gager que son statut sera bientôt celui d'un épisode beaucoup plus de l'histoire des *idées* que de l'histoire de la *connaissance* » (p. 497).

3. Boudon critique également la disparition des notions de vérité, d'objectivité, d'universalité, qui selon lui questionnent le statut de la science. Il interroge alors : « pourquoi imposer à tous un apprentissage du raisonnement scientifique, si les représentations du monde que propose la science sont dépourvues d'objectivité ? Si la science a une valeur purement technique, laissons-la aux scientifiques. » (p. 501)

Commençons par la fin. Dire que les sciences tentent d'expliquer des phénomènes depuis des armatures méthodologiques mises en œuvre par des réseaux d'acteurs emprunts de subjectivités n'enlève rien à leur valeur ou leur importance, en tant

qu'activité sociale ou objet d'apprentissage. Alors, pourquoi la critique de la prétention des sciences à l'objectivité rendrait-elle caduque l'intérêt de leur enseignement ? Boudon ne s'explique pas sur cet amalgame, et sa charge contre l'idée relativiste semble implicitement associer la valeur des sciences à leur nature prétendument objective.

Alors, je me considère comme relativiste mais n'affirme pas non plus que la rationalité des sciences est nulle, ou que celles-ci n'ont aucun rôle à jouer dans nos desseins futurs. L'adjectif "relativiste" est trop souvent associé à celui d'"anti-scientifique", ce qui est pourtant loin de signifier la même chose. Pour moi, l'enjeu est simplement de replacer l'acte scientifique à sa *juste place*, en tant que rationalité particulière, dotée de ses buts, ses méthodes, ses paradigmes, ses mécanismes de compréhension qui, s'ils ont certes la prétention de décrire explicitement une forme de réalité, ne la signifient *pas forcément davantage* que d'autres types de rationalité. Tout ceci instaure un régime et un système de sens qui ne sont pas similaires à ceux produits par l'acte artistique, religieux, politique, etc. Mais, dans ma conception épistémologique, en sciences comme ailleurs, ces régimes et ces systèmes de sens sont socialement produits et traduisent ce que l'anthropologie voit comme une *culture*. Boudon pourrait peut-être répondre que le biais du relativisme est alors de ne lire que les facteurs sociaux en ignorant les facteurs cognitifs qui ont amené, dans l'acte scientifique, à la production de la connaissance. Mais comment définir alors ce qui relève du cognitif ou du social ? Le domaine du "cognitif" n'est certainement pas le même pour la discipline de la psychologie ou la discipline des neurosciences, pour ne prendre qu'un exemple. Le simple fait de dire "ceci est un facteur cognitif et non un facteur social" est déjà une *construction inscrite dans un contexte d'énonciation et son système de présupposés*. Le défaut majeur de la réflexion de Boudon, et des rationalistes qui défendent le statut objectif des sciences en général, est donc de couper en deux les facteurs, perpétuant *une forme de grand partage* : d'un côté les facteurs qui seraient spontanément cognitifs de compréhension du monde, considérés comme prédominants dans l'acte scientifique, de l'autre les facteurs sociaux qui peuvent, éventuellement, influencer les conditions dans lesquelles ces facteurs cognitifs vont agir. La pertinence de la pensée relativiste est d'inverser les choses : c'est bien *au sein* de ce contexte social et de ses facteurs d'influence que la chose cognitive en elle-même est définie, négociée, redéfinie, investie, fondant ainsi un régime de validité d'une connaissance qu'on peut qualifier de relatif. En somme, ce qui fait science n'existe pas *en soi* mais résulte d'un ensemble de mécanismes de *fabrication sociale*.

Intéressons-nous à une autre proposition émise par Berthelot, dont l'objectif est à la fois de dépasser le positivisme tout en se préservant des dangers présumés du relativisme. Ainsi, pour discuter de la nature d'une épistémologie des sciences sociales, Berthelot (2001) fait le choix d'utiliser le concept de « programme de recherche » théorisé par Lakatos (1994) : « refusant de suivre la pente relativiste qui guette Kuhn, Lakatos cherche à intégrer le fait dans un rationalisme préservé ». En quoi l'aspect relativiste de la théorie de Kuhn est-elle une « pente » ? Et un fait préservé de quoi ? Des multiples facteurs qui influencent l'activité scientifique et de la manière dont elle produit la connaissance de ce fait dans tel ou tel contexte ? Cela ressemble à une tentative délibérée pour mettre les sciences hors de portée de toute critique sociale, ce qui nous ramène encore au point délicat de l'autorité des sciences. Berthelot préfère donc au concept de paradigme khunien celui de programme de recherche lakatosien. Dans l'idée de Lakatos, une théorie scientifique est

constituée d'un noyau dur, ensemble d'axiomes définissant à la fois l'ontologie et l'épistémologie du programme. Ajoutons que Lakatos considère qu'il faut analyser ces théories selon leur dynamique temporelle : un programme est une théorie, ou un groupe de théories, qui suit un processus évolutif dans le temps. Progressivement, le programme de recherche se trouve face à des faits qui contredisent ses affirmations mais développe des nouvelles théories qui font office de réponses, vérifiables ou non, à ces contradictions. Ces hypothèses auxiliaires protègent la fécondité du noyau dur, et le programme de recherche continue alors dans ce cas à progresser. Lakatos, qui était l'élève de Popper, considère qu'un programme ainsi maturé répond ensuite au principe du falsificationnisme, tout en continuant à créer des connaissances nouvelles et des directions futures pour lui-même. Un programme de recherche qui résiste au falsificationnisme tout en produisant de nombreuses découvertes est finalement un programme considéré comme fertile, progressiste, quand un programme qui stagne est qualifié de stérile et dégénérescent.

La proposition philosophique de Lakatos n'est pas une méthodologie. Elle peut se révéler opératoire pour regarder, a posteriori, l'histoire de certaines théories des sciences expérimentales, comme le philosophe lui-même le fait avec la théorie de la gravité émise par Newton. Mais l'élément central qui influe sur le régime de scientificité dans l'idée de Lakatos, c'est le temps. Articulant dans la nature de ce qui fait connaissance une capacité à résister à la falsification et à rester scientifiquement fécond dans sa dynamique d'évolution, le concept de programme de recherche ne laisse que peu de place à une épistémologie critique. Comment penser avec ce concept les épistémologies des sciences sociales ? Et si seule la dynamique temporelle révèle la valeur scientifique, quelle place reste-t-il, d'une part, à l'analyse du contexte social de fabrication des théories et, d'autre part, à l'interrogation critique de la responsabilité et de l'utilité de ces théories vis-à-vis des enjeux considérés comme important par la communauté politique à un moment donné ?

Une autre critique couramment émise contre le relativisme – et particulièrement l'essai de Feyerabend (1979) – est qu'il ne permet pas de départager les sciences des pseudo-sciences. D'un côté, en guise de réponse, il s'agit de ne pas confondre le "tout est bon" tant critiqué par ses détracteurs avec le "n'importe quoi est bon". Ce que dit Feyerabend, c'est qu'il choisit et affirme, en fonction de son intérêt – au sens large de l'intéressement – ce qui se révèle le plus utile pour lui, et surtout le plus créatif, le plus fécond en somme, d'un point de vue scientifique. Le "tout est bon", malgré les apparences de la formule, ne signifie pas que toutes choses se valent dans la négation. C'est la nuance que ne voit pas Boudon notamment : le relativisme est tout à fait autre qu'un émoussement de la pensée et il faut le différencier d'un nihilisme ou d'un scepticisme radical qui affirmerait que rien n'est saillant. De l'autre côté, à l'heure de ce que certains appellent très maladroitement la « post-vérité »[79], je reconnais que l'enjeu de la "scientificité" – où ne s'agit-il pas simplement d'un enjeu d'honnêteté et de rigueur mêlées ? – est en effet important. Dans une perspective rationaliste classique, cette démarcation s'opère sur le critère de l'adéquation

[79] Expression toute aussi désastreuse que sa définition donnée par le dictionnaire d'Oxford, si l'on s'en tient déjà aux enjeux d'éducation à l'épistémologie des sciences et d'éducation aux médias : « qui fait référence à des circonstances dans lesquelles les faits objectifs ont moins d'influence pour modeler l'opinion publique que les appels à l'émotion et aux opinions personnelles » (source : « Ère post-vérité », Wikipédia, <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%88re_post-v%C3%A9rit%C3%A9#Une_impossible_d.C3.A9finition>).

entre une théorie et un fait, vérifiée par l'expérience, ce qui permet de disqualifier l'astrologie par exemple. Alors, la distinction sciences/pseudo-sciences est encore une fois un produit de ce prisme rationaliste. Pourquoi accepter de clarifier une controverse en chaussant un type de lunettes dont la critique est précisément l'objet de la controverse ? Sur ce terrain, je m'arrêterai là, bien que la matière à réflexion ne manque pas. Ceci n'est pas une thèse de philosophie des sciences. Je refermerai simplement cette parenthèse en précisant que dans ma conception, la question de la capacité des sciences à décrire la réalité n'est pas le terrain de controverse le plus pertinent (même s'il est important de s'y positionner, ce que je viens de faire). Les sciences, dans leur prétention à l'explicitation raisonnée du monde, doivent être replacées sur le terrain du social. Le jugement des philosophes à leur égard gagnerait à utiliser des échelles de justesse politique, de pertinence, d'opérabilité, d'utilité, etc., plutôt que de véracité ou de réalité. La focale du débat – qui n'a qu'en ligne de mire la recherche ontologique de certitudes – s'en trouverait considérablement et heureusement élargie.

Ces éléments philosophiques et épistémologiques influencent certainement ma vision de ce que pourrait idéalement être une éducation aux sciences critique et politique, avec dans ses contenus un traitement des incertitudes socio-épistémiques des controverses contemporaines. Aussi bien pour la visée et l'application potentielle de mon travail que pour la nature et le statut que je lui procure moi-même, il était ainsi nécessaire de les clarifier auprès du lecteur.

3. "Nous" ou "je" ? Une question grammatico-épistémologique

« Une théorie du social est aussi une théorie de l'écriture » (Denzin, 1997, p. xii). Une des implications de ma posture, outre les éléments méthodologiques que je développe ci-après, est l'usage de la première personne lors du processus d'écriture. C'est, d'une part, un choix rédactionnel pour rendre compte de mon travail de thèse car il me semble plus approprié d'écrire de cette manière que d'adopter dans son entièreté le style quelque peu aride de l'écriture académique. D'autre part, c'est un choix qui influe directement sur la conjugaison des verbes, un choix de mise en visibilité en quelque sorte, qui me permet d'imprimer dans la langue une trace grammaticale de mon positionnement épistémologique.

Dans un article (2000) qu'il a actualisé dans son ouvrage de 2008, Olivier de Sardan revient sur l'histoire du « "je" méthodologique ». Selon lui, de plus en plus de textes sont écrits à la première personne du singulier en sciences sociales. Au XXe siècle, plusieurs anthropologues ont déjà adopté l'écriture à la première personne. Une des références les plus fréquemment citées est l'ouvrage de Favret-Saada (1977) : menant une étude de terrain sur les pratiques de sorcellerie dans la campagne mayennaise, l'anthropologue fut en quelque sorte obligée de s'engager pleinement dans son objet d'étude pour pouvoir accéder aux informations qu'elle cherchait, ce qui l'a amené à quitter sa posture de simple observatrice. La manière dont elle relate les phénomènes étudiées dans son livre assume donc ce point de vue à la première personne, plus adapté pour décrire les choses de l'intérieur. D'autres comme Claude Lévi-Strauss ou Michel Leiris, mais aussi nombre d'anthropologues francophones et anglophones, ont tenté l'aventure de l'écriture en "je". Olivier de Sardan recense et critique ensuite quatre argumentaires qui soutiennent l'usage de la première per-

sonne dans le champ de l'anthropologie :

1. Un registre *narratif* où le recours au "je" anthropologique consisterait à « s'insérer très logiquement dans l'air du temps, en effectuant des choix qu'on pourrait qualifier de fondamentalement stylistiques, qui mobilisent divers procédés "littéraires" ou rhétoriques » (2000, p. 171). Un choix qui serait fondé sur cet unique registre serait pour moi réducteur et irait à l'encontre de ma posture où épistémologie, méthode et forme sont forgées en cohérence. Ceci dit, je me place en profond désaccord avec l'auteur lorsqu'il affirme que « les choix stylistiques sont en fait largement neutres du point de vue de la qualité scientifique » (2000, p. 172) et qu'il argumente d'une prétendue différence entre littérature, où la forme et le contenu serait liés, et sociologie, où le découplage entre les deux serait possible. Au contraire, le choix de la forme est déjà un contenu, une signification qui dit bien plus qu'une simple orientation technique ou stylistique influençant la conjugaison ou l'accord de tel ou tel adjectif.

2. Un registre *épistémologique* où le passage du "ils" au "je" n'est pas seulement un procédé stylistique mais « un rejet du positivisme classique qu'impliquerait toute écriture réaliste » (2000, p. 173). Olivier de Sardan critique très fortement l'usage de ce registre en invoquant l'existence de fortes nuances au sein de l'anthropologie depuis les "nous" positivistes. Il estime aussi qu'il existe à ce sujet une « confusion entre enjeux narratifs et enjeux épistémologiques » (2000, p. 173), ce que je ne comprends pas. Enjeux narratifs et enjeux épistémologiques ne sont-ils pas interconnectés, la narration relatant la connaissance épistémologiquement située ? Pourquoi considérer que la question de l'écriture est une question autre, annexe, autonome, du processus de production scientifique ? Les études de sociologie et des sciences de l'information-communication n'ont-elles pas déjà montré que la manière de communiquer une connaissance participe de sa construction ?

3. Un registre *moral* ayant trait au rapport de l'anthropologue à l'altérité. Ainsi, « il faudrait que le chercheur parle de lui et de ses rapports avec des Autres individualisés pour que ceux-ci existent enfin comme Sujets, et non plus comme catégories génériques, et se voient accorder une parole propre » (2000, p. 177), ce qui exprime une certaine préoccupation éthique du chercheur.

4. Enfin, un registre *méthodologique* lié à la question de la validité des connaissances développées par l'enquête de terrain. L'auteur distingue au sein de ce registre trois niveaux d'intervention méthodologique du "je". Le premier se situe au niveau personnel et est intrinsèque à l'activité scientifique (où intérêts, préjugés, émotions, etc., sont des facteurs d'influence). Le deuxième est aussi un niveau personnel, mais spécifique aux sciences sociales : leur nature interprétative, utilisant le matériau du langage, accentuerait le poids de la subjectivité du chercheur. Le troisième est encore un niveau personnel, considéré spécifiquement par rapport à l'enquête de terrain en sciences sociales où « les interactions du chercheur avec des membres des groupes auprès de qui il enquête jouent un rôle central dans la production même des données » (2000, p. 180).

Ces argumentaires que Olivier de Sardan critique distinctement, je souhaite au contraire les relier. Je pars du principe que la connaissance que je produis est socialement située (*registre épistémologique*), ce qui m'amène à ne pas effacer ma subjectivité dans mes interactions avec mes informateurs (*registre moral*) et dans l'ensemble de la mise en œuvre de mon enquête (*registre méthodologique*), mais aussi à rendre compte ce travail de la façon qui exprime le mieux possible l'expérience que j'en ai faite (*registre narratif*), l'écriture faisant de surcroît partie de cette expérience. À la suite de Lourau (1988), je fais par conséquent le choix d'une écriture qui relate vraiment mon implication vis-à-vis de ma recherche. Alors qu'en anthropologie, traditionnellement, l'expression du "je" était réservée au « hors-texte » (*ib.*) du journal de bord, cela me semble pertinent de continuer à dépasser cette dissociation artificielle et de faire apparaître le "moi" du chercheur depuis le début, dès l'étape théorique. Je poursuis ainsi l'hypothèse que la lecture d'une thèse écrite à la première personne du singulier, pour celles et ceux laissés de l'autre côté de l'estrade, invite à « une descente dans l'arrière-boutique, ou mieux, les arcanes de la recherche » (Soudière, 1990), afin de proclamer enfin : « le roi[-chercheur] est nu ! » (*ib.*).

VI. MÉTHODE(S) D'ENQUÊTE

Où il est question de bricolage, de contextes, d'acteurs, d'entretiens, de discussions, de relations, d'interactions pourrait-on dire, mais aussi de guides qui se transforment en canevas, de données, de thèmes, d'interprétations de l'interprétation, et, même, de ministères.

a. De mon bricolage socio-anthropologique

1. Pour une définition épistémologique de la méthode

Le terme de « méthodologie » est trop souvent utilisé pour désigner un catalogue de techniques de recueil et d'analyse de données faisant abstraction des questions épistémologiques. Or, pour moi la méthodologie, que je préfère appeler méthode[80], relève d'un choix étayé du chercheur concernant la « signification épistémologique du traitement que les techniques choisies font subir à l'objet » (Bourdieu et al., 2005, p. 59). Le choix méthodologique pose aussi la question de la nature de l'activité de recherche et de son éthique, dans le rapport au terrain mais aussi dans d'autres aspects. En somme, « une méthode comporte toujours une dimension (connotative) qui en fait, tout autant qu'un instrument une posture intellectuelle et existentielle » (Matthey, 2005, p. 2). L'enjeu de la prospective méthodologique, dans la progression de ma thèse, est donc bien de penser la continuité de ma posture de recherche et de mes choix théoriques dans le rapport au terrain.

Alors, je choisis de parler de *bricolage* méthodologique pour décrire ma stratégie d'enquête. Le terme de "bricoleur" est d'abord introduit par Lévi-Strauss en contrepied de la figure de l'"ingénieur", et qu'il a lié à la perspective structuraliste de son travail ethnographique en l'investissant d'une forte connotation syncrétique (Lévi-Strauss, 1960 ; Mélice, 2009). Le "bricolage" (en Français dans le texte) est ensuite redéfini par les courants de critique sociale et post-structuralistes comme « une approche critique, qui comprend que les frontières du savoir fonctionnent le mieux dans les zones liminaires où les disciplines entrent en collision »[81] (Steinberg & Kincheloe, 2012, p. 1497). Pour moi, la métaphore du bricolage, aussi utilisée par Weinstein & Weinstein (1991) pour qualifier le sociologue « flâneur bricoleur » Simmel, se révèle opératoire pour décrire une forme de « savoir-faire » (Olivier de Sardan, 2008, p. 44), un artisanat du chercheur qui puise dans différentes ressources avec une priorité donnée à l'adaptation au contexte d'enquête par rapport à l'étiquette disciplinaire. Le bricolage méthodologique n'est pas le pendant d'une incompétence ou d'un manque de rigueur, il est plutôt l'adaptation étayée et raisonnée à une situation de recherche.

L'avantage de cette approche réside dans une prise en compte accentuée du contexte

[80] Le terme de "méthodologie" désignant en fait la « partie d'une science qui étudie les méthodes auxquelles elle a recours » (dictionnaire lexicographique en ligne du CNRTL).

[81] « A critical approach, which understands that the frontiers of knowledge work best in the liminal zones where disciplines collide ».

de production et d'analyse des données. Elle oblige également à une rigueur particulière, dans le compte-rendu de l'enquête en train de se faire, ainsi que dans le rapport final du travail. Surtout, c'est cette approche qui me semble la plus riche en termes de potentiel d'analyse, parce qu'elle permet d'aller le plus loin possible, dans l'expérience compréhensive du terrain. Sur ce sujet, la notion d'*approximative rigueur* évoquée par Olivier de Sardan (2008) est intéressante, parce qu'elle affirme que l'interprétation implique bien de l'à-peu-près, réduit à son minimum possible, ce qui le différencie radicalement du n'importe quoi.

Il est à noter que, dans l'histoire de la sociologie et de l'anthropologie, beaucoup de chercheurs ont essayé de rationaliser un maximum les méthodes qualitatives, pour leur attribuer le maximum de scientificité, en interne de la communauté scientifique comme en externe où l'approche qualitative semble toujours souffrir de la comparaison avec les "vraies" sciences qui, elles, produiraient des vérités solides. L'exigence de rigueur et de transparence est louable. Mais tout ceci reste plus ou moins du bricolage, comme toute autre activité scientifique d'ailleurs, et nous devrions enfin pouvoir l'écrire noir sur blanc. Mukamurera, Lacourse, & Couturier (2006, p. 116) disent : « le travail d'analyse est encore souvent laissé dans l'ombre et ressemble davantage à une opération bricolée. Or, le trait d'union entre la création de sens, l'intercompréhension, l'intersubjectivité et le processus itératif de la logique inductive, c'est la transparence ». Pourtant, processus itératif et logique abductive[82] consistent clairement en du bricolage, en tout cas au sens où je l'entends, puisqu'il s'agit de faire un aller-retour constant entre sa théorie et son matériau empirique, comme on adapte la mesure théorique d'un outil, d'un plan, d'un support à la réalité qui est la sienne, toujours un peu plus tordue, petite ou grande que ce qui était idéalement et préalablement prévu. Mais dans cette citation, la connotation du qualificatif "bricolée" est clairement péjorative. La méthode n'est pas explicitée, « laissé[e] dans l'ombre », cachée comme si l'on en avait honte, prenant ainsi l'apparence d'une « opération bricolée ». On semble dans ce cas sous-entendre que l'édifice est branlant, non réfléchi, bâclé donc. Je vois là un biais relativement courant dans les publications ayant trait aux méthodes qualitatives et particulièrement dans les écoles québécoises : on assume et on étaye enfin les différences avec les autres approches, mais on revendique sa part de scientificité en mettant de côté toute critique épistémologique. Ce n'est pas l'orientation que je choisis et utilise donc le terme de bricolage à dessein, comme un mot-obus qui peut fort heureusement faire émerger le débat. Le mot comme l'activité de bricolage ne sont en effet pas des insultes et l'on trouve nombre de bricoleurs extrêmement efficaces[83] qui se sont donnés une bonne méthode et un bon outillage – "bon" signifiant ici "pertinent".

2. Projet PARRISE : une double activité pour une posture différenciée

Avant de détailler le bricolage méthodologique de mon enquête, je me dois de préci-

[82] S'il s'agit bien d'un processus itératif, comme le disent les auteurs, et donc répété entre théorie et matériau empirique, le processus est abductif et non inductif (l'induction étant un aller simple du matériau empirique à la théorie).

[83] Voire considérer le fait que même les professionnels seraient à leur manière des bricoleurs, ou amateurs plus ou moins spécialisés, si l'on reprend l'image de Lévy-Leblond,

ser mon rapport aux terrains et de relater la double activité qui a été la mienne durant une partie du temps de mon doctorat. D'une part, j'étais salarié en tant qu'ingénieur d'études pour le projet européen PARRISE. Le projet PARRISE a été initié au début de l'année 2014 et s'est terminé en décembre 2017. Il avait pour but essentiel de produire un nouveau cadre pour la formation des enseignantes de sciences expérimentales, cadre appelé apprentissage par l'investigation socio-scientifique (SSIBL, pour « socio-scientifique inquiry based learing » ; Levinson & al., 2017). Ce cadre regroupe des approches jusqu'alors dissociées en sciences de l'éducation : la démarche d'investigation scientifique (IBSE, pour « inquiry-based science learning »), l'enseignement des questions socio-scientifiques (SSIs, pour « socio-scientific issues ») et l'éducation à la citoyenneté (CE, pour « citizenship education »)[84]. Ce sont 18 institutions (universités et écoles) localisées dans 11 pays d'Europe (Espagne, Portugal, Pays-Bas, Suède, Hongrie, Royaume-Uni…) qui ont participé à la mise en œuvre de ce projet. Le cadre SSIBL a été construit collectivement au fur-et-à-mesure des échanges à propos des formations organisées dans chaque pays. Mon rôle a été de coordonner et d'ouvrir des espaces d'interactions dans l'élaboration des formations mises en œuvre par les deux partenaires français, l'Université de Montpellier et l'ENSFEA. Nous avons donc élaboré un cadre commun de formation à la démarche d'enquête sur des questions socialement vives (démarche que je présente dans le chapitre de compte-rendu de mon enquête), c'est-à-dire notre interprétation du cadre européen SSIBL. J'ai ensuite récolté des matériaux et des indicateurs concernant la qualité de ces formations, les ai traduits en anglais et les ai contextualisés, pour qu'ils puissent être présentés aux autres partenaires européens et diffusés. Du fait de cette activité, j'ai pleinement contribué à élaborer les formations avec une implication plus forte à l'Université de Montpellier où je suis intervenu en tant que formateur aux côtés de Grégoire Molinatti en 2015 et où j'ai assuré seul les enseignements en 2017. Les formations de l'année 2016 liées à PARRISE pour l'ENSFEA et de l'Université de Montpellier ont été les terrains d'enquête pour mon étude doctorale.

Alors, j'ai mené en parallèle mon activité de doctorant, dont la nature diverge avec celle d'ingénieur d'études. Ces divergences reposent sur plusieurs points. D'abord, l'appareil critique d'une thèse et d'un projet collectif dont la réussite dépend de la construction d'un espace commun ne sont pas les mêmes. Les profils des membres du projet PARRISE étaient très variés : certains viennent d'écoles très centrées sur la démarche d'investigation scientifique et l'apprentissage de savoirs de référence stabilisés, d'autres mettent en œuvre des formes d'éducation à l'activisme. C'était d'ailleurs tout l'intérêt d'un tel projet que de pouvoir être confrontés à des contextes culturels, éducatifs et scientifiques complètement différents des nôtres. Mais il a par conséquent fallu opérer un certain nombre de compromis scientifiques, mais aussi sémantiques et linguistiques pour pouvoir penser un cadre d'action collectif. Notre équipe française était notamment très critique du présupposé de la recherche et l'innovation responsables (RRI, pour « responsable research and inovation ») présent dans le cadre SSIBL. Initiées par la Commission européenne, la recherche et l'innovation responsables sont une dimension transversale du programme pour la recherche et l'innovation 2014-2020, aussi nommé « Horizon 2020 ». Nous voyons davantage dans la recherche et l'innovation responsables un levier d'acceptabilité

[84] De nombreux éléments théoriques et pratiques sont disponibles sur le site internet du projet PARRISE : <https://www.parrise.eu/>.

sociale des technosciences plutôt qu'un cadre pertinent pour penser les enjeux sciences-sociétés. Cette approche technicienne contribue également à une forme de dépolitisation du débat autour des conséquences des technosciences (Bensaude-Vincent, 2017). Les termes et formulations utilisées par un des sites internet de référence développé par la Commission européenne[85] sur la recherche et l'innovation responsables le montrent d'ailleurs : les sciences et technologies seraient principalement sources de bienfaits, provoquant seulement de temps en temps, « parfois », de « nouveaux risques » et de nouveaux « dilemmes éthiques ». Il faudrait alors « impliquer la société dans les sciences et l'innovation – le plus en amont possible ». Très rationaliste, sans remise en cause de la logique même des technosciences, cette approche nous a tout de suite semblé incompatible avec les horizons éducatifs qui sont les nôtres. Ceci-dit, pour préserver une approche collective intégrant la recherche et innovation responsables comme un des piliers internationaux communs, nous avons accepté de faire avec, minorant ou effaçant sa place dans nos ingénieries et nos supports de formation. À titre d'exemple sur ce point, en tant qu'ingénieur d'étude du projet PARRISE, j'ai travaillé avec des éléments constitutifs de la recherche et de l'innovation responsables, en les ajustant ou en acceptant leur présence dans les éléments discutés même s'ils ne me convenaient pas. En tant que doctorant, membre d'une équipe de recherche, j'ai pu formuler ces critiques et écarter la RRI de mon approche et de mon positionnement de chercheur.

Certaines activités m'ont placé à la lisière de ces deux postures, comme l'élaboration des formations. Pour d'autres, j'ai clairement distingué ma posture. J'ai contribué à l'article scientifique présentant la démarche d'enquête et son appropriation par des enseignants-stagiaires (J. Simonneaux et al., 2017) au titre de doctorant (les scénarios pédagogiques analysés dans l'article sont issus des mêmes terrains d'enquête que ceux de mon travail doctoral et certaines de nos conclusions convergent avec mes résultats). En outre, pendant la phase d'observation et de discussion avec les enseignantes-stagiaires de SVT à l'ESPÉ de Montpellier au printemps 2016, je ne suis pas intervenu en tant que formateur pour ne pas provoquer de confusion (et éviter au maximum le syndrome de la bonne réponse lors des discussions sollicitées). Les deux activités n'étaient pas de même nature et, pendant trois ans et demi, il a fallu constamment pratiquer cette gymnastique intellectuelle de distinguo. Le projet PARRISE s'est d'ailleurs conclu fin 2017 avec la mise en ligne de fiches de formation référencées comme des «bonnes pratiques »[86], à la suite d'un travail réflexif d'évaluation de nos pratiques de formation. Des conclusions ont été tirées et la version finale du cadre SSIBL a été publiée et diffusée. Le projet PARRISE (ainsi que mon contrat d'ingénieur d'études) a donc suivi sa temporalité propre. Ma thèse a quant à elle en majeure partie été rédigée à partir de janvier 2018, ce qui a facilité la continuité du distinguo et la prise de distance critique, le projet PARRISE et ses échéances étant derrière moi. Élément non moins crucial, la question des incertitudes n'était d'ailleurs pas du tout à l'ordre du jour du projet européen.

---

85 <https://www.rri-tools.eu/>

86 Pour illustrer ce que je disais précédemment sur les compromis sémantiques, sachez que le choix final de ce terme a été une vraie bataille, les partenaires européens prenant en charge les supports de communication du projet PARRISE voulant initialement qualifier ces fiches de « meilleures pratiques ». Le qualificatif de « bonne », âprement négocié, n'est pas non plus satisfaisant, mais il reste moins dogmatique que celui de « meilleur ».

3. Terrains d'enquête

Mon enquête doctorale s'est déroulée auprès d'enseignantes en situation de formation (excepté pour l'enseignant de SVT déjà en poste), autour de la question vive de la transition agroécologique. Je précise dans le tableau ci-dessous l'intitulé des formations. Les formations durant lesquelles j'ai enquêté sont basées sur l'enseignement des questions socialement vives en général, en utilisant la transition agroécologique comme un exemple de question vive possible parmi d'autres. Mais je livre ensuite, dans le chapitre relatant mon enquête de terrain, des éléments d'analyse sur le lien entre les curricula des disciplines enseignées et cette question spécifique de la transition agroécologique.

Tableau 4. Les terrains de mon enquête

Filière éducative	**Éducation Nationale (EN)**		**Enseignement Agricole (EA)**	
Lieu	Espé de Montpellier		ENSFEA à Toulouse-Auzeville	
Question Socialement Vive	La transition agroécologique			
Disciplines scolaires	Sciences et Vie de la Terre		Multiples (Enseignement Socio-Culturel, Productions Animales, Mathématiques, Agronomie, Viticulture, etc.) et précisées dans la présentation des résultats de l'enquête de terrain	
Acteurs-informateurs	Enseignantes-stagiaires	Enseignant en poste	Enseignantes-stagiaires	Enseignantes en poste
Contexte de formation	Master 2 Meef – UE « Enseigner les QSV »	ø	Master 2 Meef – UE « Pluridisciplinarité »	Formation continue : démarche d'enquête (projet PARRISE)

L'enquête a été menée entre janvier et mai 2016, excepté pour l'enseignant titulaire de SVT, que j'ai rencontré en novembre 2016. J'ai assisté aux trois formations, observé l'attitude des enseignantes, discuté avec certaines d'entre elles pendant les plages de travail mais aussi pendant les pauses, dehors, devant la salle, dans les couloirs, devant la machine à café. Une première indication leur était donnée lors de l'introduction du premier cours concernant la raison de ma présence et le fait que je les solliciterai ultérieurement pour échanger autour de la question vive abordée. Puis, j'ai planifié des discussions individuelles au fur-et-à-mesure du déroulement de la formation et en fonction de la disponibilité des enseignants. La mise en œuvre des méthodes de recueil de données a évidemment été soumise à l'approbation préalable des actrices.

Je parle ici de terrains au pluriel, étant donné que les deux filières éducatives (EN et EA) sont distinctes. Institutionnellement, elles ne dépendent pas du même ministère (Ministère de l'Éducation Nationale pour l'EN et Ministère de l'Agriculture pour l'EA). Elles n'ont donc pas lieu dans les mêmes établissements de formation, ne poursuivent pas les mêmes objectifs et n'utilisent pas les mêmes contenus. À Auzeville près de Toulouse, c'est la totalité des enseignants de l'enseignement agricole

public qui sont formés à l'École Normale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole. Les enseignantes sont en stage dans des établissements d'enseignement agricole disséminés sur la totalité du territoire français. À Montpellier, à l'École Supérieure du Professorat et de l'Éducation, les enseignantes sont inscrites à l'Université de Montpellier et sont en stage dans des établissements dépendant de l'Académie du Languedoc-Roussillon. Mon enquête a donc été menée en parallèle sur ces deux terrains, choisis pour leur facilité d'accès (via mes encadrants de thèse) et pour leur intérêt. La culture éducative est en effet différente dans l'EA et dans l'EN, et je trouve donc dans sa comparaison relative à mon objet de recherche une riche opportunité d'analyse tout en me basant sur une thématique commune aux deux formations, celle de la transition agroécologique.

4. Méthodes de recueil et types de données

Différentes méthodes de production des données ont été utilisées :

1. Pour m'immerger dans le milieu de mon enquête, j'ai mis en œuvre une forme d'*observation participante*, pour reprendre une des catégories[87] utilisées par Adler & Adler (1987), Atkinson & Hammersley (1994) et Olivier de Sardan (2008). J'ai ainsi pu participer, en amont de la formation, à l'élaboration de celle-ci et ai pu, de temps en temps, intervenir brièvement dans les interactions de travail pendant son déroulé, mais mon attitude principale a été l'observation. Je place également dans cette catégorie les discussions que j'appellerai non-sollicitées et que je n'ai pas enregistrées mais dont il me reste des traces (citations approximatives dans mon carnet de recherche). Ces discussions ont eu lieu pendant les pauses cigarettes, l'attente devant la salle ou dans les couloirs, ou encore devant la machine à café.

2. Les discussions que j'appellerai *discussions sollicitées*, c'est-à-dire les interactions discursives que j'ai pu avoir de façon planifiée avec les enseignantes, sont la méthode principale que j'ai utilisée en dehors des temps formels de formation. Ces discussions ont été uniquement individuelles. Les discussions sollicités individuelles poursuivaient plusieurs buts. D'abord, discuter de la question vive soulevée (la transition agroécologique) afin d'estimer la tangibilité des incertitudes dans leurs représentations de cette question. Il ne s'agissait pas d'exposer mes catégories théoriques et de leur demander leur avis à ce propos, mais plutôt d'entrer dans une conversation basée sur une question concrète. Cette question vive est définie en contexte de formation, et plutôt que d'imposer une problématisation et une formulation précise en amont, j'ai préféré m'adapter à la formulation et problématisation choisies par les enseignants eux-mêmes au sein de ce contexte. Je reviens ci-après sur ce choix, basé sur une approche dite compréhensive.

3. Des *enregistrements audio* de phases de travail en sous-groupes ou de retours sur les activités mises en œuvre pendant la formation avec l'ensemble du groupe d'enseignants. Cet autre type d'interactions entre les enseignants, interactions que je n'ai pas suscitées et auxquelles je ne partici-

[87] Catégories qui définissent différents degrés d'immersion dans le terrain de l'enquête selon une logique progressive : observation intégrale, observation participante, participation observante et participation intégrale.

pais pas, m'a semblé une autre source intéressante d'informations afin d'observer en situation vécue de formation leur rapport à l'incertitude de la question, sans la distance temporelle et cognitive des discussions individuelles que j'ai eu avec eux ensuite.

4. Des *productions écrites* des enseignantes en situation de formation (cartographies, scénarios pédagogiques) qui, de la même manière, visent à compléter la compréhension que je me fais de leur représentation de la transition agroécologique et des enjeux éducatifs liés.

Ces méthodes de recherche d'informations quant à la problématique que je me suis donnée produisent différents types de données, détaillés ainsi :

Tableau 5. Méthodes, techniques et types de données

Méthode de recueil	***Technique de recueil***	***Type de donnée recueillie***	***Traces dans le rapport de thèse***
Observation participante de la formation	Notes dans mon carnet de recherche	Description, retranscription approximative	Descriptions, citations
Discussions sollicitées	Enregistrement numérique	Retranscription quasi-intégrale d'entretien	Citations
Enregistrements audio d'échanges lors de la formation	Enregistrement numérique	Description, retranscription approximative	Descriptions, citations
Récolte des productions écrites	Photographie, récolte du document PDF envoyé au formateur ou déposé sur l'espace de formation en ligne (scénarios pédagogiques)	Cartographie, description écrite d'un scénario pédagogique	Figures, citations

b. Une approche compréhensive dans le travail de terrain

1. Enjeux et principes de l'approche compréhensive

L'une des implications méthodologiques de ma réflexion sur ma posture de recherche et sur la nature épistémologique de mon travail est d'interroger mon rapport avec les acteurs enquêtés. À ce questionnement général s'ajoute les enjeux spécifiques de la situation communicationnelle des discussions dites sollicitées. Sur ce sujet, d'une part, mon orientation socio-constructiviste m'amène à croire que mes données doivent évidemment être analysées en lien avec leur contexte, en ayant conscience des spécificités créées par les conditions de l'entretien. Ainsi, « il n'existe pas de situation *prototypique* » (Savarese, 2006, p. 18) où les actrices exprimeraient toujours exactement les mêmes informations dont les seuls facteurs influents seraient les conditions théoriques préalables définies par la chercheuse. On peut en effet parler d'une véritable relation de pouvoir qui s'instaure dans l'interaction enquêtrice-enquêtée (Savoie-Zajc, 2009) et que le syndrome de la bonne réponse

peut vite suppléer la production d'informations vraiment signifiantes. Alors, il faut considérer qu'une relation entre une chercheuse et des actrices ne dépend pas uniquement du statut social de celles-ci, mais également des procédés utilisés lors du processus d'enquête (Cameron, Frazer, Harvey, Rampton, & Richardson, 1993). L'instauration d'une relation la plus égalitaire possible entre les deux, d'un climat de confiance, et d'une certaine souplesse dans le cadrage des discussions, ce que Kaufmann formule comme une nécessité de « rompre la hiérarchie » (2011, p. 46), sont alors des solutions permettant de limiter les obstacles à une expérience de terrain qui puisse un minimum dépasser cette relation de pouvoir. D'autre part, au-delà de la relation qui s'instaure entre les individus au cours des discussions, il peut exister des blocages, des gênes, des tabous relatifs au contenu de l'interaction lui-même, qui sont autant d'obstacles potentiels à la compréhension du phénomène étudié. L'enjeu pour le chercheur est alors d'identifier ces obstacles, de les sentir, de les cerner, et si possible de tenter de les dépasser dans le cheminement de l'échange. Constatons toutefois que la détection de ces freins est en soi une information, une donnée qui dit quelque chose de la représentation de l'objet.

Alors, il convient de s'interroger sur la manière dont j'aborde les discussions que j'ai sollicitées. Le fait de préférer le terme de "discussion" à celui d'"entretien" n'est pas anodin. Pour moi, ces discussions sont « une interaction verbale animée de façon souple par le chercheur. Celui-ci se laissera guider par le rythme et le contenu unique de l'échange dans le but d'aborder, sur un mode qui ressemble à celui de la conversation, les thèmes généraux qu'il souhaite explorer avec le participant à la recherche » (Savoie-Zajc, 2009, p. 340). Je souscris de ce fait à la vision de l'entretien en tant qu'acte d'apprentissage et de coproduction avec les acteurs. Ainsi, l'enjeu n'est pas pour moi d'extraire une réalité déjà existante qu'il s'agirait de déceler derrière un ensemble de cachettes cognitives ou symboliques. De ce fait, « le simple fait de s'appuyer sur des données d'interview (…) ne résout pas les enjeux pouvoir/savoir soulevés par les critiques du réalisme naïf dans les études de recherche qualitative »[88] (Erickson, 2012, p. 1467). L'enjeu est bien au contraire de faire se rencontrer les questions posés depuis différentes représentations pour construire un entendement de l'objet de recherche : « au-delà des réponses à des questions formulées par les chercheurs, obtenues via la passation des traditionnels questionnaires, l'entretien permet de connaître les *questions que se posent les acteurs* sociaux eux-mêmes » (Savarese, 2006, p. 11).

Partant de là, le rôle de la chercheuse dans cette situation est de mettre en place les conditions de formulation des éléments qui représentent cette forme de réalité, à un moment donné, dans un contexte donné, avec des actrices données. J'adopte pour ce faire *une partie des principes de la démarche compréhensive*[89] formulée par Kaufmann : « la démarche compréhensive s'appuie sur la conviction que les hommes ne sont pas de simples agents porteurs de structures mais des producteurs actifs du social, donc des dépositaires d'un savoir important qu'il s'agit de saisir de l'intérieur » (2011, p. 24). Concrètement, le sociologue défend tout d'abord une posture

[88] Simply relying on interview data (…) does not resolve the power/knowledge issues raised by the critics of naive realism in qualitative research reporting ».

[89] Dans ce choix méthodologique, je ne vais pas me revendiquer de la théorie ancrée comme le fait Kaufmann : mon approche conceptuelle a bien été définie avant mon enquête de terrain. Or, dans la proposition du sociologue, la construction de la théorie et des hypothèses de travail se fait à partir des premiers éléments recueillis instinctivement, de manière radicalement inductive et exploratoire, sur le terrain en question. Je ne suis pas allé jusque là.

empathique de l'enquêteur, car, pour lui, « l'attitude de sympathie envers la personne, et la tentative de découverte des catégories qui sont au centre de son système de pensée et d'action, ne constituent pas deux éléments séparés » (2011, p. 50). L'idée sous-jacente est que l'enquêtée est au centre de l'entretien, et que l'enquêteur favorise la production authentique de données par une attitude de curiosité non-feinte qui va donc, au-delà de la politesse habituelle, jusqu'à l'empathie. Pour approcher « l'intimité affective et conceptuelle de son interlocuteur » (Kaufmann, 2011, p. 51), le comportement empathique et compréhensif se révélerait ainsi le plus efficace. Ensuite, le sociologue critique très frontalement les méthodologies classiques qui présentent l'illusion de la neutralité – c'est-à-dire la distanciation des opinions du chercheur par son silence – comme la solution la moins pire en situation d'entretien. Je ne peux qu'être d'accord avec lui, cette posture rendant l'interaction orale très artificielle. En effet, « rien ne sert de s'effacer, de regarder de biais, de baisser les yeux, de prendre un air modeste, de se faire tout petit et oublier, nul ne croira que vous n'avez pas d'opinion sur le sujet qui vous occupe, ni préférence aucune » (Gotman dans Kaufmann, 2011, p. 51). Or, si le but ultime de la discussion est de créer une relation de confiance fertile entre l'enquêtrice et l'enquêtée, une neutralité artificiellement maintenue durant toute l'entrevue nuit par conséquent à l'instauration de ce lien. C'est aussi la différence que fait Althabe (1990) entre une enquête de type anthropologique et une enquête entendue au sens général et définie méthodologiquement par les sciences humaines. Dans la perspective normée des sciences humaines, « la rencontre est (...) l'expression d'une séparation instituée entre le chercheur et ceux qu'il étudie ; elle s'inscrit dans un registre de rupture d'avec la communication ordinaire » (Althabe, 1990, p. 126), ce qui n'est pas du tout la nature de l'enquête dite ethnographique où le chercheur produit « une connaissance livrée *de l'intérieur* d'un monde social saisi à une échelle microscopique ». Ici encore, c'est la question de l'interaction entre l'enquêteur et les acteurs enquêtés qui est posée avec, au cœur de cette interaction, un espace de pouvoir de l'un envers les autres plus ou moins large. Le choix d'une approche compréhensive redéfinit la représentation de cette interaction. Une idée que résument finalement à merveille les propos de Terray cités par Bobbé (Bobbé, 2014)

> « Nous devrions sortir de notre statut de parasite, établir avec nos hôtes une relation moins artificielle, moins fausse : il faudrait des activités communes, des émotions et des intérêts partagés ; alors des amitiés et des aversions naîtraient, au lieu de cette neutralité complaisante que nous imposent les règles de l'enquête ; une authentique expérience se cristalliserait, autrement plus riche que ce savoir unilatéral et abstrait dont nos fichiers sont remplis. L'ethnologue veut se placer à la fois au milieu et à l'écart des autres ; c'est une ambition impossible. »

2. Les conditions concrètes de discussion

Afin de préparer les échanges individuels que j'ai sollicités, j'ai préalablement travaillé un *canevas de discussion*. Là non plus, le choix du terme n'est pas laissé au hasard. Si ce canevas avait été un guide d'entretien, le fait est que je ne l'aurais jamais respecté. Chaque discussion est en effet unique, de la formulation d'une même question vive au choix des exemples utilisés pour illustrer tel ou tel propos, et est influencée par de multiples facteurs. J'ai donc fait mienne la proposition d'Olivier de Sardan (2008, p. 59) de plutôt utiliser un "canevas" :

> « Certains entretiens gardent en effet une structure linéaire, où l'on débite une suite de ques-

> tions préétablies, même si ces questions sont dites "ouvertes". Le guide d'entretien risque de ce fait d'enfermer l'enquêteur dans cette liste, et, au-delà, dans cette structure mentale, aux dépens de l'improvisation pleine de digressions, de retours en arrière, de circonvolutions, d'hésitations, de pauses, d'anecdotes, qui est le propre de toute véritable discussion. (…) Aussi n'est-il pas inutile de proposer une distinction entre guide d'entretien et canevas d'entretien. »

L'intérêt de la distinction entre le guide et le canevas, c'est que le canevas permet davantage de souplesse, de marge d'adaptation par rapport à la rigidité du guide. Le canevas est un pense-bête tandis que le guide est une liste des questions à aborder : « à chaque entretien on fait à nouveau son marché parmi les items du canevas » (Olivier de Sardan, 2008, p. 60). Suite à cette réflexion, le canevas ici proposé[90] se veut donc être une boite à outils, un espace de ressources disponibles pendant le temps de la discussion. Les "questions que je me pose" sont formulées par les questions de recherches à un niveau théorique quand, dans ce canevas, il s'agit de proposer des "questions que je pose" au cours de la discussion, représentée dans le document en annexe en italique.

Ensuite, l'organisation de ces discussions (a minima, mais il s'agissait tout de même de trouver en endroit calme et chaud où l'on pouvait discuter confortablement et intelligiblement) s'est faite de manière spontanée. J'ai sollicité les enseignantes à la sortie des sessions de formation, leur proposant de discuter après le repas ou à la fin de la journée. Les échanges ont ensuite eu lieu dans des salles de cours inoccupées, dans mon bureau à la faculté d'éducation de Montpellier (où, dans ce cas, je faisais en sorte de ne pas m'installer sur ma chaise roulante habituelle, en face de l'enseignante, mais plutôt de nous mettre côte-à-côte, ou autour d'une table ronde afin de casser la hiérarchisation spatiale), ou encore à la cafétéria lorsque aucun autre lieu valable n'était disponible.

c. Méthodes d'analyse et d'interprétation des données

L'analyse que j'ai bricolée associe un mécanisme de contextualisation socio-scientifique de la question, un mécanisme dit analytique basé sur des méthodes de thématisation du contenu des discussions retranscrites et un mécanisme dit interprétatif basé sur des méthodes anthropologiques. Même s'il est difficile de les dissocier, tout ceci ayant été mené de façon récursive, il est plus clair de les présenter ainsi.

1. Contextualisation socio-épistémologique de la question

La question vive de la transition agroécologique est au cœur de mon enquête. C'est cette question – davantage un thème objet de controverses qu'une véritable problématique et ce pour permettre la souplesse des discussions – qui constitue ainsi la toile de fond de mon travail de terrain. Un travail préalable de contextualisation de cette question est donc nécessaire. Qu'entends-je par transition agroécologique ? Sur quels aspects reposent les vivacités sociales dont cette question est l'objet ? Comment se structure la controverse et où se situent les points de tensions, les nœuds ? Quelles incertitudes y sont présentes et par quelles indéterminations se

[90] Voir annexe 1 : « Canevas des discussions individuelles sollicitées ».

matérialisent-elles ? Pour tenter d'y répondre, j'utiliserai la méthode de l'analyse socio-épistémologique telle que présentée par Simonneaux (2001). Cette méthode se focalise sur l'imbrication des dimensions sociale, économique, politique, axiologique et scientifique dans la construction des savoirs relatifs à la question étudiée. Elle se base sur la réflexion épistémologique de Fourez (1997, 2002) et réinvestit les travaux de la deuxième vague de sociologie des sciences (Collins & Evans, 2002) qui s'intéresse davantage au contexte de production des savoirs qu'au contenu scientifique naturalisé (évoquée dans mon chapitre 1). La méthode, intrinsèquement, utilise aussi une sorte de principe de symétrie tel que Bloor (1982) pourrait le mobiliser en analysant au même titre des savoirs disqualifiés par la communauté scientifique ou des savoirs non-stabilisés. Alors, « la socio-épistémologie voit les développements scientifiques comme constitués par l'histoire humaine et refuse de les situer dans un univers séparés des connaissances » (Fourez, 2002, p. 21). Le lien avec l'enjeu éducatif est direct : « l'enquête socio-épistémologique conduit à prendre en compte la question des références dans l'enseignement, références théoriques mais aussi références sociales et axiologiques dans la définition des caractéristiques des savoirs » (J. Simonneaux, 2011, p. 7). Dans la pratique, ce mode d'enquête consiste à intégrer des sources de savoir plurielles, distribuées dans la diversité des sphères sociales qui prennent part à la controverse et en les replaçant dans la dynamique de structuration de la question. L'enquête socio-épistémologique est applicable à tout type de question socialement vive et peut adopter différentes formes de compte-rendu, de la cartographie de controverse sur l'usage des pesticides en agriculture (L. Simonneaux & Cancian, 2013) à la constitution d'un corpus de discours permettant de retracer l'apparition d'une notion soumise à controverse comme le bien-être animal en élevage (Lipp, 2016). Pour ma part, à propos de la transition agro-écologique, j'ai principalement contextualisé mon enquête à l'échelle française afin de rester cohérent avec le cadre éducatif au sein duquel je travaille (enseignement agricole et éducation nationale) ce qui ne m'empêchera évidemment pas de contextualiser la notion d'agroécologie sur le plan international. Le chapitre suivant est entièrement consacré à cette analyse.

2. Mécanisme analytique

Concernant les aspects analytiques, la méthode choisie emprunte aux modalités de l'analyse thématique de contenu, la thématisation étant entendue comme « l'opération centrale de la méthode, à savoir la transposition d'un corpus donné en un certain nombre de thèmes représentatifs du contenu analysé et ce, en rapport avec l'orientation de recherche » (Paillé & Mucchielli, 2003, p. 162). Fallery & Rodhain (2007, p. 9) estiment d'autre part que l'analyse thématique est « une approche constructiviste, avec le "risque" de changer la question de recherche en cours de travail ». Enfin, pour Wanlin (2007, p. 249), elle consiste en « un effort d'interprétation qui se balance entre deux pôles, d'une part, la rigueur de l'objectivité, et, d'autre part, la fécondité de la subjectivité », citation que j'aurais préalablement pu prendre comme exemple pour illustrer la prégnance malheureuse du grand partage dans nombre de représentations qualitativistes. Mais ce qui m'intéresse, dans cette citation, est la place centrale de la notion d'interprétation. Lorsqu'un thème est induit lors de l'analyse, sa formulation, son découpage, sa signification sont autant d'éléments qui pourraient largement varier d'un chercheur à un autre. Par ailleurs, un

"thème" est ici entendu comme une construction intellectuelle synthétisante élaborée sur la base d'éléments textuels, de leurs significations, de leurs redondances. Je reprends de ce fait la précision que font Fallery & Rodhain (2007, p. 11) entre les notions de thème (fonction référentielle du langage, c'est-à-dire « ce dont on parle ») et de rhème (fonction descriptive du langage, c'est-à-dire « ce qu'on en dit »). L'intitulé d'un thème n'est donc pas forcément inscrit tel quel dans le discours auquel sa catégorie se réfère, il est toujours un résultat interprétatif toujours issu d'un processus d'abstraction.

Initialement préoccupé par l'usage d'outils linguistiques (de type analyse de discours par exemple), j'ai finalement fait le choix de m'orienter vers une analyse thématique. Très qualitative, cohérente avec ma posture de recherche, laissant la place à l'induction, c'est ce mode d'analyse qui me semble le plus propice à une interprétation riche et contextualisée des discussions qui ont orienté mon enquête. Je préfère procéder ainsi plutôt que de vouloir à tout prix intégrer un modèle d'analyse linguistique qui me demanderait une importante adaptation, avec l'unique motivation de l'apparence de scientificité. Alors, l'analyse du contenu des discussions a été menée en quatre phases successives :

1. une phase de *retranscription* quasi-exhaustive des discussions sollicitées[91], seuls quelques passages n'ayant pas été rapportés comme les entames de discussion ou les interruptions techniques (appel téléphonique, etc) ;

2. une phase de réduction des données avec un *étiquetage* manuel multithématique (Ayache & Dumez, 2011) de nature abductive où les catégories sont à la fois issues de la réflexion théorique, concernant les formes d'incertitudes par exemple, et du matériau empirique lui-même à la façon de la théorie ancrée (Blais & Martineau, 2006 ; Thomas, 2006). La thématisation s'est opéré sur des unités de sens de la taille d'une phrase à un paragraphe. Elle est figurée dans le chapitre 4 par une arborescence thématique ;

3. une phase d'*analyse* du corpus thématisé par le biais du repérage des convergences thématiques ayant trait à mes trois questions de recherche. En d'autres termes, pour dégager des résultats intéressants sans m'envaser dans le particularisme de chaque discussion, j'ai dégagé des associations de thèmes saillantes et significatives pour les orientations de recherche qui sont les miennes. J'ai par exemple observé à quelles autres catégories thématiques était associé la catégorie correspondant à la formulation de l'incertitude. La figuration de cette phase est faite dans le chapitre 4 par le biais de trois diagrammes de Sankey. Les diagrammes de Sankey sont un type de diagramme de flux « dans lequel la largeur des flèches est proportionnelle au flux représenté »[92]. D'habitude, ce type de diagramme est plutôt utilisé pour représenter des flux d'énergie (un schéma de transfert d'énergie électrique par différents canaux par exemple)[93]. J'ai choisi ce mode de représentation

[91] Voir annexe 2 et 3 : « Retranscriptions des discussions ».

[92] Page Wikipédia « Diagramme de Sankey » : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_Sankey>.

[93] La page Wikipédia consacrée aux diagrammes de Sankey précise qu'ils auraient été baptisés ainsi en hommage au capitaine irlandais Matthew Sankey qui a utilisé une telle modélisation pour la première fois en 1898 dans un article consacré à l'efficacité énergétique d'une machine à vapeur. Mais la controverse fait rage : un certain Charles Minard, ingénieur français, aurait produit en 1869 une sorte de diagramme utilisant le même principe de visualisation dans sa « Carte figurative

> parce qu'il me permet de montrer sur un plan global de façon la plus lisible possible et de façon non-linéaire l'ensemble des convergences thématiques associées à un thème précis, intéressant pour mon analyse. Dans un mécanisme parallèle d'interprétation (que j'évoque ensuite), j'ai construit sur cette base trois axes de développement des résultats de mon enquête.

Pour être clair, le déploiement de ce mécanisme analytique ne constitue pas une finalité en soi : l'analyse par thèmes n'est qu'une étape dans le processus méthodologique. Cette analyse est un des éléments parmi d'autres à partir desquels je déploie un raisonnement interprétatif qui donnera corps aux résultats. L'usage de l'analyse thématique prend ici le rôle d'une technique pour appréhender le corpus dans son ensemble. En effet, la seule utilisation d'une analyse de ce type aurait pour effet de réduire la complexité et la richesse du contexte à un texte encodé, classé, découpé. Je ne défends pas non plus les présupposés rationalistes qui sont ceux de la plupart des promoteurs de ce type de méthodes, même dans le champ qualitatif. Dans mon approche, la retranscription comme l'enregistrement d'une discussion sont autant un support d'analyse qu'une trace de l'enquête qui a été menée et pendant laquelle des interprétations ont déjà été livrées et consignées dans un carnet de recherche, ce qui est déjà une forme d'analyse en soi. La thématisation ainsi que le codage sont simplement des manières de m'organiser, de me réimmerger a posteriori dans mon expérience de terrain, et les matériaux de recherche produits par ce biais sont alors complémentaires du reste. D'ailleurs, Fallery & Rodhain (2007, p. 13) précisent avec pertinence que « l'analyse de données textuelles ne prétend pas se substituer à l'interprétation du sens des textes, il s'agit d'extraire des contenus ou une structure pour répondre à des questions précises ». Et au-delà de l'interprétation des propos des acteurs, c'est toute l'interprétation du contexte de production de ce matériau qui se révèle importante.

À propos de la retranscription, je me suis inspiré de la convention ICOR développée par l'UMR 5191 de l'Université Lyon 2 Interactions, Corpus, Apprentissages, Représentations[94]. Cette convention a été conçue pour des analyses de discours poussées, exigeant un niveau de détail bien plus important que ce dont j'ai besoin dans mes propres retranscriptions. J'en reprends toutefois la présentation générale, son aspect brut (même si je considère que la retranscription est déjà une reconstruction du matériau empirique), sans majuscules, sans conventions de ponctuation. Cette retranscription est simplement une trace comme une autre des discussions passées avec les acteurs. La police utilisée est le `Courrier New taille 10` (tous les caractères y ont la même largeur) et l'ensemble du texte est justifié à gauche. Toutes les informations personnelles sont anonymisées par substitution. Les slashs `/` indiquent une brève pause. Les `h:::` indiquent un soupir dont le nombre de `:` précise approximativement la durée, évaluée par estimation perceptuelle. D'autres événements y sont notifiés entre parenthèse, comme `(rire)` par exemple. Les verbatims utilisés dans mon chapitre consacré aux résultats de mon enquête et insérés directement dans le corps des paragraphes n'utilisent pas cette norme de retranscription. Les extraits de discussions sont en effet ponctués normalement, sur la base de ma perception, et ceci afin de les rendre plus lisibles. Alors, pourquoi retranscrire ?

---

des pertes successives en hommes de l'Armée française dans la campagne de Russie en 1812-1813 ».

[94] Disponible en ligne sur <http://icar.univ-lyon2.fr/projets/corinte/bandeau_droit/convention_icor.htm>.

Parce que cela me permet de rendre-compte plus précisément au lecteur qui le souhaite de mon analyse. Et également parce que l'acte de retranscription, je l'ai dit, me permet d'aller plus loin dans mon degré de familiarité avec mon matériau empirique, comme l'exprime Potter (1996, p. 17) : « certaines des idées analytiques les plus révélatrices viennent pendant la retranscription parce qu'un engagement profond avec le matériau est nécessaire pour produire une bonne transcription »[95]. L'interprétation, qui a déjà commencé depuis le début du travail d'enquête, continue ainsi son chemin lors de l'activité de retranscription.

3. Mécanisme interprétatif

Je définirais la phase interprétative de mon travail comme une mécanique intellectuelle transversale, permanente et dynamique, mettant en relation les logiques exprimées par les acteurs avec mes trois orientations de recherche. En fait, il n'est pas possible de considérer cette mécanique telle une étape de l'analyse, en indiquant distinctement son début et sa fin. L'interprétation n'est pas une méthode, elle est un processus constitutif du savoir construit. On peut toutefois s'interroger sur le terme. Derrida distingue deux « interprétations de l'interprétation » (1967, p. 427). La première cherche « à déchiffrer, rêve de déchiffrer une vérité ou une origine échappant au jeu et à l'ordre du signe, et vit comme un exil la nécessité de l'interprétation ». La seconde « n'est plus tournée vers l'origine, affirme le jeu ». À partir de ces définitions philosophiques « irréconciliables » dont Derrida affirme qu'elles structurent les sciences humaines, mon orientation épistémologique m'amène à privilégier une stratégie qui se place effectivement dans le jeu interprétatif. Si l'on veut grossir le trait, il y aurait en effet une *interprétation-trahison*[96] qui pourrait être vécue comme une déformation de la vérité dans une tentative d'explicitation scientifique de la réalité qui aurait échouée et qui userait donc de l'interprétation par défaut. Et sur un autre versant, une *interprétation-fabrication* qui aurait renoncé à la recherche de la certitude originelle de la vérité, mais postulerait du fait que tout est jeu interprétatif. Je m'inscris clairement dans cette idée constructiviste d'interprétation-fabrication. Dans l'acception de Derrida, le jeu interprétatif est alors caractérisé par un clair-obscur : l'acte d'interpréter s'inscrit dans un système de signes (comme le langage) dans lequel on ne peut échapper à la relativité, mais développe de ce fait une pluralité de possibilités et de variations qui peut s'avérer jouissive car créative, la recherche de la certitude originelle qui permettrait d'éviter le jeu interprétatif étant désormais laissée de côté.

Concrètement, en anthropologie, le mécanisme interprétatif est transversal. Geertz, qui se revendique de l'herméneutique réflexive développée par Ricœur (1969), file à ce sujet la métaphore du livre (1995, p. 24, dans Ameigeiras, 2009, p. 43) :

> « Faire de l'ethnographie, c'est comme tenter de lire (dans le sens d'interpréter un texte) un manuscrit étranger, un brouillon surchargé d'ellipses, d'incohérences, d'ajouts douteux et de commentaires tendancieux et, de plus, écrit non pas dans une graphie non conventionnelle de représentation sonore mais en exemples volatiles de conduite modelée. »

L'interprétation livrée par l'anthropologue comme résultat de son travail prend

[95] « Some of the most revealing analytic insights come during transcription because a profound engagement with the material is needed to produce good transcript ».

[96] Ce que corrobore aussi une des définitions de l'interprétation donnée par le CNRTL : « action d'expliquer, de chercher à rendre compréhensible ce qui est dense, compliqué ou ambigu ».

place au sein d'un système de sens multiple. S'il y a interprétation, il existe en effet une pluralité de possibilités interprétatives. Le mécanisme rejoint alors de manière convergente mon positionnement puisqu'il s'agit bien de privilégier l'interprétation qui me semble la plus plausible, mais aussi la plus opératoire, la plus *utile* : « ce qui devient explicite [dans le travail anthropologique], c'est cette "multiplicité de sens" qui nous parle de la complexité du défi interprétatif ; et en même temps qu'une diversité de possibilités se déploie, nous devons déterminer celles qui sont les plus adéquates » (Ameigeiras, 2009, p. 49).

S'agissant de mon travail, les ressentis consignés pendant l'enquête de terrain avaient déjà participé à forger des premières pistes d'interprétations. Leurs traces finales, disséminées de manière transversale dans le chapitre des résultats, sont le produit d'allers-retours incessants, pendant les plusieurs années de ce travail de thèse, entre les catégories théoriques d'entendement de mon objet de recherche, les impressions issues du terrain, et les questions et réponses formulées par les enseignantes elles-mêmes. L'interprétation n'est ici ni un résultat, ni une suite, ni une discussion de l'analyse par thématisation, mais bien une activité fondatrice de mon enquête. C'est donc une capture particulière du paysage que je propose, non unique, mais à *prétention significativ*e. Mon analyse prend pied à un moment donné avec des lunettes de compréhension précisément choisies pour cet usage. Ainsi, « plusieurs critères d'évaluation de la recherche qualitative existent maintenant, et ceux sur lesquels nous insistons soulignent les structures situées, relationnelles et textuelles de l'expérience ethnographique »[97] (Denzin & Lincoln, 1998, p. 30). Dire que mon activité scientifique est de nature interprétative est par conséquent une manière supplémentaire de placer en cohérence les présupposés épistémologiques de la recherche qualitative avec l'explicitation et le compte-rendu de sa méthode.

À ce titre, je considère que l'interprétation, dans un cadre scientifique tel que celui de l'anthropologie, reste une activité raisonnée[98]. Je me suis donc aussi intéressé au cadrage de cette activité, pour ne pas trop prêter le flanc à des accusations de subjectivisme radical (l'interprétation dans ce contexte n'est pas tout à fait la même chose qu'une interprétation émise dans un contexte artistique). Pour Olivier de Sardan, tout en prenant une nécessaire distance avec les critiques basées sur une conception de "l'épistémologiquement correct", il existe des moyens de fixer ce cadre (2008, p. 261) : « bien qu'une délimitation incontestable de la frontière interprétation/sur-interprétation soit impossible, (…) il est cependant possible de repérer – et de stigmatiser – quelques foyers éminents de sur-interprétation qui sont autant de formes de violence faite aux supports empiriques ». Ces moyens sont les suivants :

- éviter de réduire les phénomènes observés à un facteur unique ;
- mettre de côté l'obsession de la cohérence transversale ;
- l'inadéquation (interprétation basée sur un système de sens ou de valeur qui n'a pas été compris ou perçu par le chercheur) considérée comme significative ;
- la généralisation abusive des phénomènes observés.

[97] « Multiple criteria for evaluating qualitative research now exist, and those we emphasize stress the situated, relational, and textual structures of the ethnographic experience ».

[98] Je préfère ici l'adjectif « raisonnée » à celui de « rationalisée », pour des raisons épistémologiques évidentes.

Ces principes m'ont semblé cohérents avec ma posture de chercheur et donnent corps à ce que Olivier de Sardan appelle la rigueur approximative. Je les ai donc fait miens dans la mise en œuvre de mon enquête.

4. Boucler l'approche compréhensive par une discussion collective ?

Dans la continuité de cette stratégie d'enquête, j'aurais souhaité donner la possibilité aux actrices rencontrées sur le terrain d'émettre un retour sur les premières interprétations que j'avais consignées. Dans le champ des sciences humaines, cette récursivité dans l'interaction chercheur-actrices est parfois appelée "confrontation" (ou « autoconfrontation », comme par exemple dans la clinique de l'activité enseignante chez Clot, Faïta, Fernandez, & Scheller (2000) ou encore "validation" (qui porte dans ce cas sur la validité sociale du savoir produit lors de la recherche), termes qui ne me conviennent pas. Pour moi, l'enjeu ne serait ni de faire valider ou invalider des actions ou des résultats par des acteurs – la validation ne dépend d'ailleurs pas du terrain en lui-même mais d'un ensemble de principes épistémologiques et méthodologiques – ni de mettre artificiellement en scène une confrontation enquêtés versus résultats à visée évaluative dont je ne vois pas bien quel est l'apport scientifique. Le but aurait plutôt été d'ouvrir un espace de récursivité et de prolonger une forme de co-construction de l'entendement de l'objet de recherche, en comparant mes interprétations à la leur et en appréhendant ensuite les décalages potentiels (ce qui ne veut pas dire que j'aurais pour autant modifié ces interprétations, cela n'ayant aucunement une visée corrective). Affirmons alors que « le chercheur considère que l'observé dispose d'un certain savoir sur ce qui se passe, et il se soucie suffisamment de son opinion et de ses perceptions pour revenir le voir après l'enregistrement » (Gadet, 2003, p. 8). Dans mon éthique de la recherche, cela représente donc une forme de respect du terrain et me permet d'instaurer un rapport compréhensif jusqu'au bout du processus.

J'ai donc sollicité des discussions collectives avec les enseignantes-stagiaires de l'éducation nationale et de l'enseignement agricole pour ouvrir cet espace de récursivité au sein de mon enquête. Les discussions collectives me semblaient une effet une méthode tout à fait intéressante, et complémentaires des discussions individuelles, pour cela. Savaresse (2006) identifie trois avantages principaux concernant l'usage de ce type de discussion :

- le pouvoir de l'enquêteur est partiellement transféré vers le groupe, limitant de ce fait le risque d'imposition de la problématique et de réponses "attendues" ;
- la spontanéité est favorisée « car la situation de recherche reste *a priori* proche des *interactions sociales* concrètes » (p. 23) ;
- la complémentarité avec d'autres outils de recherche est tout à fait possible, une combinaison que soutiennent de nombreux chercheurs en sciences sociales (Baribeau, 2009) et qui s'intègre pleinement dans ma stratégie bricoleuse.

Concrètement, l'approche utilisée était similaire à celle des discussions individuelles. J'ai pu organiser une telle discussion à l'ESPÉ de Montpellier, avec

l'ensemble des enseignantes-stagiaires. Je n'ai malheureusement pas pu le faire avec les enseignants-stagiaires de l'enseignement agricole. Étant donné la spécificité de l'enseignement agricole public (les enseignants-stagiaires de tous les établissements français sont formés à l'ENSFEA à Auzeville) et de l'organisation des cours qui en découle (des phases de regroupement physique à l'ENSFEA se succèdent, entrecoupées de longues périodes de stage durant lesquels les enseignants travaillent à distance), les conditions d'organisation d'une discussion collective étaient très contraignantes. Pendant les regroupements, leur emploi des temps est extrêmement dense et ne laisse que très peu de temps libre. La discussion collective côté enseignement agricole, n'a donc pas eu lieu. Alors, il m'a semblé difficile d'intégrer les données de la discussion collective des enseignantes de l'éducation national à mon enquête, sans déséquilibrer le processus comparatif que je mets en œuvre tout au long de l'analyse. Ces données n'ont donc pas été utilisées pour mon travail doctoral (elles le seront peut-être dans un travail ultérieur) mais j'ai voulu relater ici cette volonté de prolonger ma démarche compréhensive dans un temps d'interaction collective, ainsi que les arguments méthodologiques qui la motivaient.

Bibliographie du chapitre 2

Adler, P. A., & Adler, P. (1987). *Membership roles in field research* (Vol. 6). Sage.

Alphandéry, P., & Bobbé, S. (2014). La recherche au subjectif imparfait. *Communications*, *94*(1), 5-14.

Althabe, G. (1990). Ethnologie du contemporain et enquête de terrain. *Terrain. Anthropologie & sciences humaines*, (14), 126-131.

Ameigeiras, A. (2009). L'herméneutique dans l'approche ethnographique. Du labyrinthe de la compréhension au défi de l'interprétation. *Recherches qualitatives*, *28*(1), 37–52.

Ariès, P. (2013). *La simplicité volontaire contre le mythe de l'abondance*. La Découverte.

Atkinson, P., & Hammersley, M. (1994). Ethnography and participant observation. In *Handbook of Qualitative Research*. Sage.

Ayache, M., & Dumez, H. (2011). Le codage dans la recherche qualitative une nouvelle perspective ? *Le Libellio d'Aegis*, *7*(2-Eté), 33-46.

Baribeau, C. (2009). Analyse des données des entretiens de groupe. *Recherches qualitatives*, *28*(1), 133–148.

Bensaude-Vincent, B. (2017, avril 10). Que serait une science responsable ? Consulté à l'adresse https://sciences-critiques.fr/que-serait-une-science-responsable/

Berthelot, J.-M. (2001). *Epistémologie des sciences sociales*. Presses Universitaires de France.

Blais, M., & Martineau, S. (2006). L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives*, *26*(2), 1–18.

Bloor, D. (1982). *Sociologie de la logique ou les limites de l'épistémologie*. Pandore.

Bobbé, S. (2014). L'« autre » de l'ethnologue. *Communications*, *94*(1), 125-134.

Bollier, D., & Helfrich, S. (2014). *The wealth of the commons: A world beyond market and state*. Levellers Press.

Boudon, R. (1995). *Le juste et le vrai. Études sur l'objectivité des valeurs et de la connaissance*. Fayard.

Bourdieu, P. (2001). Pour un savoir engagé. In *Contre-feux 2* (p. 33-40). Liber - Raisons d'agir.

Bourdieu, P., Chamboredon, J.-C., & Passeron, J.-C. (2005). *Le métier de sociologue : Préalables épistémologiques.* Walter de Gruyter.

Cameron, D., Frazer, E., Harvey, P., Rampton, B., & Richardson, K. (1993). Ethics, advocacy and empowerment: Issues of method in researching language. *Language & Communication*, *13*(2), 81-94.

Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (2-1).

Collins, H. M., & Evans, R. (2002). The third wave of science studies studies of expertise and experience. *Social studies of science*, *32*(2), 235–296.

Coutellec, L. (2015a). *La science au pluriel. Essai d'épistémologie pour des sciences impliquées*. Éditions Quæ. https://doi.org/10.3917/quae.leo.2015.01

Coutellec, L. (2015b). Pour une philosophie politique des sciences impliquées : Valeurs, finalités, pratiques. *Ecologie & politique*, *51*(2), 15.
Olivier de Sardan, J.-P. (2000). Le « je » méthodologique : Implication et explicitation dans l'enquête de terrain. *Revue française de sociologie*, *41*(3), 417-445.
Olivier de Sardan, J.-P. (2008). *La rigueur du qualitatif : Les contraintes empiriques de l'interprétation socio-anthropologique*. Éditions Academia.
Denzin, N. K. (1997). *Interpretive Ethnography: Ethnographic Practices for the 21st Century*. Sage.
Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1998). Introduction. Entering the Field of Qualitative Research. In *Strategies of qualitative inquiry* (p. 1-34). Sage.
Derrida, J. (1967). *L'écriture et la différence*. Le Seuil.
Dewey, J. (2011). *La formation des valeurs*. La Découverte.
Ellul, J. (2012). *Le système technicien*. le Cherche Midi.
Erickson, F. (2012). Qualitative Research Methods for Science Education. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Éd.), *Second International Handbook of Science Education* (p. 1451-1469). Springer Netherlands.
Fallery, B., & Rodhain, F. (2007). Quatre approches pour l'analyse de données textuelles : lexicale, linguistique, cognitive, thématique. In *XVI ème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique AIMS* (p. pp 1-16). Montréal, Canada: AIMS.
Favret-Saada, J. (1977). *Les mots, la mort, les sorts*. Gallimard.
Feyerabend, P. (1979). *Contre la méthode*. Le Seuil.
Foucault, M. (2005). *L'archéologie du savoir*. Gallimard.
Fourez, G. (1997). Qu'entendre par îlot de rationalité ? Et par îlot interdisciplinaire de rationalité ? *Aster*, (25), 217-225.
Fourez, G. (2002). *La construction des sciences : les logiques des inventions scientifiques*. De Boeck & Larcier.
Gadet, F. (2003). Derrière les problèmes méthodologiques du recueil des données. *Texto !* Consulté à l'adresse http://www.revue-texto.net/Inedits/Gadet_Principes.html
Gorz, A. (2004). *Métamorphoses du travail. Critique de la raison économique*. Gallimard.
Kaufmann, J.-C. (2011). *L'entretien compréhensif*. Armand Colin.
Kuhn, T. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion.
Lakatos, I. (1994). *Histoire et méthodologie des sciences*. Presses Universitaires de France.
Larrère, C., & Larrère, R. (1997). *Du bon usage de la nature : pour une philosophie de l'environnement*. Flammarion.
Latouche, S. (2006). *Le pari de la décroissance*. Fayard.
Levinson, R., & al. (2017). SSIBL framework (Socio-Scientific Inquiry Based-Learning). PARRISE project.
Lévi-Strauss, C. (1960). *La pensée sauvage*. Plon.
Lipp, A. (2016). *Question socialement vive et développement du pouvoir d'action des enseignants et des élèves : la question du bien-être animal en élevage dans les lycées professionnels agricoles* (Thèse de doctorat). Université de Toulouse.
Lourau, R. (1988). *Le journal de recherche : matériaux d'une théorie de l'implication*. Méridiens-Klincksieck.

Matthey, L. (2005). Éthique, politique et esthétique du terrain : cinq figures de l'entretien compréhensif. *Cybergeo: European Journal of Geography*, 23.
Mélice, A. (2009). Un concept lévi-straussien déconstruit : le « bricolage ». *Les Temps Modernes*, *5*(656), 83-98.
Moscovici, S. (1972). *La société contre nature*. Union générale d'éditions.
Mukamurera, J., Lacourse, F., & Couturier, Y. (2006). Des avancées en analyse qualitative : pour une transparence et une systématisation des pratiques. *Recherches qualitatives*, *26*(1), 110–138.
Paillé, P., & Mucchielli, A. (2003). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Armand Colin.
Potter, J. (1996). Discourse analysis and constructionist approaches: Theoretical background. In *Handbook of Qualitative Research Methods for Psychology and the Social Sciences* (p. 125-140). British Psychological Society.
Renault, M. (2012). Dire ce à quoi nous tenons et en prendre soin. John Dewey, La formation des valeurs. *Revue Française de Socio-Économie*, (9), 247-253.
Ricœur, P. (1969). *Le conflit des interprétations essais d'herméneutique*. Paris: Seuil.
Savarese, É. (2006). *Méthodes des sciences sociales*. Ellipses.
Savoie-Zajc, L. (2009). L'entrevue semi-dirigée. In *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données* (Vol. 4, p. 293–316). Presses de l'Université du Québec.
Simonneaux, J. (2011). *Les configurations didactiques des questions socialement vives économiques et sociales* (Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches). Université de Provence, Aix-Marseille.
Simonneaux, J., Simonneaux, L., Hervé, N., Nedelec, L., Molinatti, G., Cancian, N., & Lipp, A. (2017). Menons l'enquête sur des questions d'Éducation au Développement Durable dans la perspective des Questions Socialement Vives. *Revue des Hautes Écoles Pédagogiques et institutions assimilées de Suisse romande et du Tessin*, (22), 143-160.
Simonneaux, L. (2001). *Didactique et éducation biotechnologique* (Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches). Université de Rouen.
Simonneaux, L., & Cancian, N. (2013). Enseigner pour produire autrement : l'exemple de la réduction des pesticides. *Penser l'éducation*, *Hors-série*, 503-519.
Soudière, M. D. L. (1990). Compte-rendu : René Lourau, Le Journal de recherche. Matériaux d'une théorie de l'implication. *L'Homme*, *30*(114), 182-184.
Steinberg, S. R., & Kincheloe, J. L. (2012). Employing the Bricolage as Critical Research in Science Education. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Éd.), *Second International Handbook of Science Education* (p. 1485-1500). Springer Netherlands.
Terrasson, F., & Boncoeur, J.-L. (1997). *La peur de la nature*. Sang de la terre.
Thomas, D. R. (2006). A General Inductive Approach for Analyzing Qualitative Evaluation Data. *American Journal of Evaluation*, *27*(2), 237-246.
Wanlin, P. (2007). L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens : une comparaison entre les traitements manuels et l'utilisation de logiciels. *Recherches qualitatives*, *3*, 243–272.
Weinstein, D., & Weinstein, M. A. (1991). Georg Simmel: Sociological Flâneur Bricoleur. *Theory, Culture & Society*, *8*(3), 151-168.

/ CHAPITRE 3 /

La question vive de la transition agroécologique

I. La transition agroécologique : une contextualisation socio-épistémologique

Où il est question d'agriculture(s), d'écologie, d'environnement, de santé, d'alimentation, de paysages socio-techniques, de paradigmes, d'un peu d'histoire, d'une définition à trois têtes, et, même, de René Dumont.

a. Contexte et constats

1. Perspective historique

Pour bien comprendre comment l'idée de la transition agroécologique intervient dans l'histoire de l'agriculture française, je considère qu'il est nécessaire de proposer ici un regard rétrospectif sur les évolutions agricoles. Je me base ici partiellement sur le travail de thèse de Cancian (2015 ; Simonneaux & Cancian, 2013), avec qui j'ai pu travailler à l'ENSFEA, et sur un certain nombre de lectures annexes. Le travail de Cancian porte spécifiquement sur la question de l'usage des pesticides en agriculture mais il offre aussi une perspective socio-historique globale bienvenue.

Au XIXe siècle se produit le phénomène combiné de l'exode rural, amenant des populations à quitter les conditions de vie difficile des campagnes, et des besoins de main d'œuvre ouvrière, les débouchés grandissants des secteurs industriels offrant une stabilité économique que ne pouvait promettre le travail de la terre. L'agriculture est confrontée à un manque de bras et à des contraintes (maladies, ravageurs) qui perturbent l'équilibre existant des sociétés rurales. Les attentes se tournent alors vers la technoscience et vers l'élaboration de solutions techniques (Bain, Bernard, & Fougeroux, 2010). De la seconde moitié du XIXe à la fin de la seconde guerre mondiale, des progrès majeurs sont réalisés dans le domaine de la protection des cultures. La rationalisation agricole se drape de positivisme et on voit apparaître les bases d'une agriculture assistée de la chimie (même si les intrants sont alors principalement d'origines minérales et encore peu répandus dans les pratiques paysannes). Mais c'est dans la période de l'après-seconde guerre mondiale que les choses s'accélèrent véritablement. La phase de modernisation agricole qui s'ouvre alors est accélérée par la nécessité d'autosuffisance alimentaire et de reconstruction économique du pays. Poussée par le plan Marshall, la rationalisation de l'agriculture reprend certains principes des systèmes agricoles d'Amérique du nord mais s'adapte à la réalité géographique et socio-économique française (une agriculture basée sur l'exploitation familiale et un territoire moins vaste exigeant une intensification de la production par unité de surface). Pendant les trente glorieuses, la structuration des

sciences agronomiques autour de l'INRA[99] et l'objectif d'augmentation du volume global de production amènent à favoriser une intensification agricole centrée sur la motorisation, le recours à des intrants chimiques et la sélection de variétés à rendements élevés[100]. Le recours aux pesticides se généralise pour protéger ces cultures plus fragiles. Les firmes qui produisent les produits phytosanitaires adoptent une stratégie d'innovation technologique couplée à la mise en place d'un système de commercialisation et d'influence qui accélère cette généralisation (Assouline, 1989). Par conséquent, le métier de paysan se transforme. Dans un travail d'analyse historique des dynamiques sociale, scientifique et politique structurant le monde agricole, Jas (2005) montre comment des acteurs légitimant l'agriculture capitaliste intensive par le biais de la production de savoirs agronomiques de référence ont dépossédé le paysan de son autonomie d'action et de pensée. Ces acteurs se constituent en réseaux d'encadrements des pratiques agricoles qui n'ont d'autre but que « la transformation irrémédiable des paysans et de l'agriculture par la science agronomique de façon à ce que ces derniers et cette agriculture n'aient d'autre choix que d'en passer par ladite science et ses représentants » (Jas, 2005, pp. 54-55). Cette structuration permet au paradigme de l'agriculture intensive, soutenu par l'État et modélisé sur la base de l'industrie moderne, de s'imposer. L'agriculture est devenue un levier de développement et de « croissance » économique comme un autre (Allaire, 1988). Ses effets progressifs sont la spécialisation des agriculteurs, une forte augmentation de la productivité agricole (en termes de production alimentaire, la France devient excédentaire dans les années 1970), un agrandissement des fermes induisant une baisse globale de leur nombre (Bourgeois & Demotes-Mainard, 2000), mais aussi une artificialisation grandissante des milieux et des effets externes non-intentionnels qui amènent l'émergence des premières critiques du modèle intensif (dont j'évoque certaines dans mon approche théorique). Ensuite, à partir des années 1980, Cancian (2015) évoque comment ce modèle intensif s'est cristallisé et a empêché des alternatives agricoles d'aller au-delà d'une innovation de niche. Elle explique cela par le fait que « le système socio-technique s'est construit une cohérence au fil du temps, renforçant les intérêts des acteurs », permettant à ce système de « résister aux critiques dans un grand nombre de systèmes de production pour déboucher sur un verrouillage de la trajectoire » (2015, p. 99) agricole. À l'échelle internationale, Vanloqueren & Baret (2009) ont étudié le cas des innovations génétiques en agriculture (et notamment l'utilisation des OGM) et évoquent comment la mise en place d'un «régime technologique » favorise la technoscience dans un mouvement d'auto-renforcement. La dynamique d'évolution est verrouillée et le potentiel d'accomplissement des alternatives agroécologiques est contenu, puisqu'elles ne peuvent s'appuyer sur la recherche pour se renforcer et surtout se légitimer. L'étude de Levidow & Boschert (2008) sur la « coexistence » illusoire des cultures OGM avec des modes de culture alternatifs sur le plan européen en est une autre illustration. Finalement, des années 1980 aux années 2000, Cancian (2015) conclut à l'imbrication de trois paradigmes pour décrire le modèle agricole majori-

[99] L'Institut National de Recherche Agronomique est créé en 1946 pour répondre au retard agricole de la France par rapport aux autres pays développés. La question des objectifs des recherches est tranchée à l'occasion de sa création : à l'orientation de la recherche fondamentale (finalement dévolue au CNRS) est préférée une recherche appliquée associant avancées scientifiques et innovations techniques.

[100] Principes sur lesquels se basent d'ailleurs d'autres révolutions vertes, qu'elles soient survenues au milieu du XXe dans les pays d'Europe occidentale ou durant la seconde moitié du XXe dans d'autres pays du monde (Venturini, 2007).

taire, dont l'efficacité est mesurée à partir des deux indicateurs ultra-dominants que sont le rendement agricole et le profit économique :

1. un paradigme de *modernisation agricole* dont l'industrialisation est la caractéristique principale (changement d'échelle de production, rationalisation et répétition des processus de production, recours massif à l'automatisation, etc) ;
2. un paradigme *productiviste* dont la logique est celle de l'augmentation proportionnelle et continue de la production agricole allant de paire avec une augmentation parallèle des ressources nécessaires à l'intensification ;
3. un paradigme *technologique* où les problèmes posés par les autres paradigmes appellent à développer des innovations techniques, qui elles-mêmes généreront de nouveaux problèmes nécessitant à nouveau des innovations, etc.

2. Les effets de la « révolution verte »

Des premières critiques comme celle de Rachel Carson et de son livre *Printemps silencieux* (publié en 1962 et évoqué dans mon premier chapitre) aux récupérations du développement durable, la vivacité des débats autour de la question agricole s'est beaucoup portée sur les impacts environnementaux de l'intensification. Un certain nombre d'atteintes écologiques ont ainsi été identifiées, présentant des effets dangereux pour les écosystèmes (Delcourt, 2014 ; Doré & Réchauchère, 2010 ; PNUE, 2005 ; Stoate et al., 2001) :

1. L'agriculture intensive est fortement *dépendante des énergies fossiles* comme le pétrole et le gaz. La production des intrants nécessite une grande quantité d'énergie. La motorisation, facteur clé d'efficacité de l'agriculture conventionnelle, en consomme une autre quantité. Le reste de la chaîne alimentaire (conditionnement, transport, distribution) également. Cette dépendance aux énergies fossiles provoque son corollaire : l'épuisement des ressources non-renouvelables et le rejet massif de gaz à effet de serre contribuant au dérèglement climatique. Il faut aussi compter sur le fait que la contribution de l'agriculture aux dérèglements climatiques impacte directement les conditions de production : désertification, modifications climatiques et autres phénomènes d'inertie contribuent à une baisse attendue de la production agricole mondiale (Cline, 2007), augmentant de façon exponentielle l'importance du défi.
2. L'agriculture intensive provoque des phénomènes de *destruction de la biodiversité* sous plusieurs formes, que ce soit par la destruction des habitats (un des effets des activités de remembrement par exemple), par l'érosion ou la diminution de fertilité des sols ou encore la perte de diversité génétique (en partie due à la diminution des variétés végétales ou animales utilisées).
3. L'agriculture intensive est une *source de pollution* majeure pour les biotopes (air, eau, sol). Le lien entre la pollution de l'eau, par la contamination des nappes phréatiques notamment, et l'utilisation massive de produits phytosanitaires sont des effets néfastes largement documentés.

Pourtant, ces "externalités" environnementales, dont le coût (qu'il soit économique ou écologique) est extrêmement élevé, ne sont pas prises en compte dans les études censées mesurer l'efficacité de l'agriculture intensive. Pour la qualifier, McKenney (2002) parle ainsi d'« fertilité artificielle », c'est-à-dire d'une agriculture dont la fertilité ne serait maintenue artificiellement qu'au moyen d'une débauche d'énergie fossile et d'apports potentialisés par le développement technique. Dans ce modèle dominant, les écosystèmes sont alors pensés comme une condition extérieure, « à la fois substrat et contraintes à maîtriser » (Schaller, 2013). Le constat est finalement sans appel : l'être humain « doit maintenant apprendre à produire "à la fois plus et mieux, mais avec moins" : moins d'eau, moins de sol, moins d'énergie, moins de chimie, etc. » (Parmentier, 2009, p. 15).

Mais la vivacité de la question porte aussi sur l'imbrication de l'enjeu environnemental avec d'autres. Très récemment, un ouvrage de Saporta (2013) pointait du doigt, en sous-titre, les responsabilités du modèle intensif et de ses défenseurs : « Comment on assassine nos paysans, notre santé et notre environnement ». L'auteure y porte une charge virulente contre l'industrialisation d'une agriculture qui « pose plus de problèmes qu'elle n'en résout » (2013, p. 12). Selon elle, les évolutions des modes de production agricole dans nos pays riches, et les évolutions alimentaires qu'elles impliqueraient, seraient en train de briser le pacte social de confiance réciproque entre la population et l'agriculture. Suspectée de surexploitation des ressources, de dégradation constante des milieux de vie, de pollutions dangereuses, l'industrialisation agricole est désormais accusée d'incompatibilité avec les aspirations de la durabilité. Il me semble donc nécessaire de citer deux autres aspects, outre l'enjeu environnemental, qui fondent la critique des effets de la révolution verte :

1. Les *conséquences sanitaires* de l'utilisation massive et régulière des produits phytosanitaires pour les cultures et des antibiotiques pour les élevages. Ces conséquences sont constatées sur les agriculteurs eux-mêmes, avec une gravité mortelle, mais aussi sur les populations vivant à proximité des lieux de production ou consommant des produits agricoles (contamination par dissémination aérienne ou aquatique, résistance aux antibiotiques chez les consommateurs de viande, ingestion de résidus de pesticide, etc).
2. Les *conséquences socioéconomiques* dont les marqueurs les plus visibles sont un déclin net et progressif du nombre d'agriculteurs, la précarité économique pour une partie d'entre eux, les rapports tendus et les diverses formes d'oppression sociale et d'aliénation économique des acteurs de la grande distribution envers les producteurs.

3. Nourrir l'humanité : un enjeu de production ou de répartition ?

Pour Parmentier (2009), la question des modèles de production agricole est une controverse dont la vivacité est bien plus aiguë que les autres. Alors qu'il s'agit de déterminer par quelles idées et quelles pratiques répondre à cet enjeu crucial pour l'avenir de l'humanité, les désaccords et les oppositions sont d'autant plus violents qu'ils mettent en jeu non seulement la survie des personnes directement concernées par l'activité agricole, mais aussi celle de la société toute entière. Avec des projec-

tions qui tablent sur une population de 9 à 12 milliards d'être humains sur la planète en 2050, l'augmentation démographique ne fait que renforcer l'importance de l'enjeu. Charvet, Carré, Chaléard, & Fumey (2008) estiment que chaque milliard d'êtres humains supplémentaire nécessiterait approximativement 350 millions de tonnes de céréales en plus, cette projection supposant le fait que ces populations supplémentaires n'adoptent pas les régimes alimentaires des pays dits développés dont la part de produits carnés et laitiers est importante par rapport aux autres apports moyens. La crise alimentaire de l'année 2008 et les "émeutes de la faim" ont réveillé l'acuité du problème. Au printemps de cette année-là, les cours mondiaux des produits agricoles flambent et nuisent dangereusement à l'accessibilité à la nourriture de base – blé, riz, maïs notamment - des populations pauvres.

> « Pendant des années, la FAO s'est montrée très rassurante sur les capacités productives de la planète. Non seulement les réserves de production étaient considérables, mais les prix de la nourriture ne cessaient de baisser. Aujourd'hui, le discours a changé : la flambée des prix alimentaires laisse entrevoir le spectre d'une pénurie possible, et, face au changement climatique, la question se pose de savoir si la planète n'a pas atteint ses limites en termes de "capacités de charge" » (Brunel, 2009, p. 82).

Pour les institutions internationales, le droit à l'alimentation est pourtant considéré comme un droit fondamental, tel que le définit la Déclaration universelle des droits de l'homme (1948) : « toute personne a droit à un niveau de vie suffisant pour assurer sa santé, son bien-être et ceux de sa famille, notamment pour l'alimentation »[101]. Plus récemment, c'est la notion de sécurité alimentaire qui a été défendue par la Déclaration de Rome (FAO, 2007) : « Nous, Chefs d'États et de gouvernement [...] réaffirmons le droit de chaque être humain d'avoir accès à une nourriture saine et nutritive conformément au droit à une nourriture adéquate et au droit fondamental de chacun d'être à l'abri de la faim ». Vis-à-vis de cet enjeu, l'amalgame est souvent fait entre disponibilité et accessibilité. Selon les études menées à ce sujet par la FAO, la quantité de nourriture produite actuellement à l'échelle mondiale est suffisante pour nourrir l'ensemble de l'humanité (Brunel, 2009). Les famines et l'insécurité alimentaire sont donc principalement des défauts d'accessibilité et de répartition de la nourriture existante. J'entends donc la notion de sécurité alimentaire selon les critères d'accès suivants :

- une nourriture qui soit quantitativement suffisante pour répondre aux besoins énergétiques quotidiens – soit l'inverse de la sous-nutrition ;
- une nourriture qui soit qualitativement assez saine et équilibrée pour répondre aux besoins nutritionnels quotidiens (vitamines, minéraux, etc) – soit l'inverse de la malnutrition ;
- une nourriture acceptable culturellement et compatible avec des spécificités sociales ou religieuses qui déterminent le rapport des populations à l'acte alimentaire ;
- une nourriture qui soit accessible géographiquement et économiquement, sans remettre radicalement en cause les équilibres des modes de vie des populations.

Dès lors, il faut faire une différence entre malnutrition et famine. La malnutrition est un « déséquilibre de la ration alimentaire en quantité et/ou en qualité » (Brunel,

[101] Article 25.1.

2009, p. 53) qui peut exister sur le long-terme selon des phénomènes diffus et qui pose la question de la répartition des stocks alimentaires. La famine, quant à elle, est considérée comme une « rupture absolue de nourriture pour des populations entières » (Brunel, 2009, p. 53) selon un processus aigu et éphémère, et est déclenchée plus ou moins volontairement à des fins utilitaristes par des acteurs politiques et militaires[102]. Si, depuis le milieu du siècle dernier, la proportion de personnes touchées par les famines a reculé dans le monde, la malnutrition touche quant à elle de plus en plus de populations. Au-delà du constat, le rapport de De Schutter (2010) auprès des Nations-Unies identifie trois objectifs pour les systèmes alimentaires :

1. Les systèmes alimentaires doivent être en capacité de fournir *une nourriture suffisante disponible* pour l'ensemble de l'humanité. De Schutter cite un chiffre d'augmentation de la production mondiale de nourriture de 70 % nécessaire pour répondre à cet objectif (Burney *et al.*, 2010, *in* De Schutter, 2010). Mais il évoque lui aussi l'impossibilité de répondre à cet objectif sans réaffecter une partie de la production de céréales (protéines végétales) directement à l'alimentation humaine plutôt que de l'utiliser pour la production de viande (protéines animales), dont les besoins sont grandissants.
2. Les systèmes alimentaires doivent être développés avec l'objectif de fournir *un revenu suffisant aux petits producteurs*. En effet, pour De Schutter, « la disponibilité de l'alimentation est un problème qui se pose en tout premier lieu au niveau des ménages, et de nos jours la faim est due principalement non pas à un niveau de stocks trop bas ou à une offre mondiale incapable de répondre à la demande, mais à la pauvreté » (2010, p. 5).
3. Enfin, les systèmes alimentaires doivent être en capacité de répondre à ces deux premiers objectifs sans remettre en cause celle des générations futures à le faire également. C'est en d'autres termes un objectif de soutenabilité environnementale.

Au-delà du constat et de la formulation de ces objectifs, nombreuses sont les critiques de la réponse technique imposée par l'agriculture intensive.

> « Or, rien n'est plus faux que cette prétendue nécessité du "modèle d'agriculture conventionnelle" pour nourrir l'humanité. Basée sur des erreurs agronomiques, des idées reçues et une inertie économique favorables aux multinationales, elle constitue l'un des mythes les plus enracinés – et les plus dangereux – de notre société contemporaine. » (Caplat, 2014, p. 6)

Dans l'imaginaire dominant véhiculé par l'idée de révolution verte, le modèle intensif conventionnel et les pratiques qu'il promeut est effet présenté comme la solution à la problématique alimentaire. Le cœur de la réponse serait d'augmenter d'autant la capacité de production des agrosystèmes (et d'en dégager d'autres, quitte à défricher des millions d'hectares de forêts). Pourtant, « l'intensification des processus de production et l'adoption dans le Sud des procédés de l'agriculture conventionnelle dans la foulée de la révolution verte sont loin d'avoir tenu leurs promesses sur le plan de la sécurité alimentaire » (Holt-Giménez, 2010, p. 2). Le bilan de cette évolution dans les pratiques agricoles des pays du Sud pourrait même être qualifié de « catastrophique » (Garrouste, Lyonnais et Mitralias, 2014, *in* Holt-Giménez, 2010, p. 2), dans

[102] La famine survenue au Darfour (région de l'Ouest du Soudan) à partir de 2003 en est une illustration. Ainsi, certaines parties prenantes du conflit opposant les provinces régionales ont fait du pillage des récoltes et des troupeaux, de la destruction des terres par incendie ainsi que de l'exacerbation des tensions entre éleveurs et cultivateurs, de véritables armes de guerre.

le sens où elle renforce la dépendance des paysans aux multinationales de l'agrochimie et ne leur permettrait pas d'accéder à l'autonomie requise pour une véritable situation de sécurité alimentaire. Effet paradoxal, l'intensification a même entraîné des surplus de production dans certaines régions du monde. Par l'affaiblissement des cours des produits agricoles, ces surplus ont contribué au déséquilibre des marchés, empêchant ainsi des petites productrices de continuer à vivre à cause de prix trop bas. Pour ces raisons, De Schutter préfère préconiser le développement de l'agroécologie au modèle d'intensification de la révolution verte. Pour lui, cette orientation « peut simultanément accroître la productivité agricole et la sécurité alimentaire, améliorer les revenus et les moyens de subsistance ruraux et renverser la tendance vers la disparition d'espèces et l'érosion génétique » (De Schutter, 2010, p. 6).

Dans les parties suivantes, je m'attache à détailler les multiples dimensions de la définition de l'agroécologie et à me positionner dans les lignes de force qui la constituent aujourd'hui.

b. Des définitions de la transition agroécologique

1. Au niveau global, une triple définition

Un des articles faisant référence pour définir l'agroécologie (parmi d'autres définitions possibles) est l'article de Wezel et al. (2009). Cet article explore l'agroécologie dans trois de ses acceptions : l'agroécologie comme une science, comme un mouvement social et comme un ensemble de pratiques agricoles. Le qualificatif "agroécologique" est utilisé pour la 1ère fois par Bensin – un agronome russe – dans le titre d'un ouvrage en 1928 selon Klages (1942) : « Agroecological characteristics description and classification of the local corn varieties chorotypes » (« Description des caractéristiques agroécologiques et classification des chorotypes des variétés de maïs locales »). Dans les années 1950, l'écologue Tischler publie une série d'articles et un ouvrage dans lequel il parle également d'agroécologie. Le concept désigne alors l'articulation de savoirs issus de l'écologie – étudiant les différents composants du milieu de production : faune, flore, sol, climat – avec des savoirs issus de l'agronomie – dont l'interaction des composants écologiques avec la parcelle cultivée ou le pâturage. Dans un article daté de 1967, l'agronome Hénin, alors directeur de l'INRA, définit l'agronomie comme une « écologie appliquée » (1967). Stassart et al. (2012, p. 3) présentent cette période comme le temps un de l'agroécologie, « une tentative d'intégrer les principes de l'écologie à la redéfinition de l'agronomie » notamment incarnée par les premières structurations théoriques d'Altieri et Gliessman.

La période des années 1970 à 2000 est ensuite celle de l'expansion de l'agroécologie en Amérique et dans le monde anglo-saxon. L'articulation disciplinaire des débuts évolue en pratiques agricoles opérationnelles articulées à des mouvements socio-politiques. Brandenburg (2012) a ainsi caractérisé la dynamique brésilienne en faveur de l'agroécologie comme un moyen pour les familles d'agriculteurs de contester les actions de dépossession agraire mises en œuvre par les investisseurs. Petersen (2014) traduit l'appétence sociale pour l'agroécologie en Amérique du sud comme

un mouvement de « repaysannisation » des sociétés rurales, en rupture avec le paradigme de modernisation de la révolution verte. Altieri & Toledo (2011) ont aussi documenté ce qu'ils appellent la « révolution agroécologique » dans les sociétés d'Amérique Latine (Brésil, région des Andes, Mexique, Amérique centrale et Cuba). Cette révolution théorisée sur trois plans – épistémologique, technique et sociale – va radicalement à contre-courant des politiques agricoles de ces pays jusqu'alors focalisées sur « l'agribusiness ». Stassart et al. (2012) indiquent que ces mouvements articulant changements agricoles et aspiration à la transformation sociale envisagent l'agroécologie comme une force de « résistance à la pénétration du capitalisme » dans les enjeux de développement, approche notamment promue par les sociologues Sevilla Guzmán et Ploeg. La Via Campesina a internationalement structuré ces dynamiques nationales en globalisant la critique du paradigme de l'agriculture intensive industrielle, défendant a contrario une agriculture paysanne et familiale basée sur les savoirs et pratiques locales, endogènes aux sociétés rurales.

En parallèle, dans les sphères scientifiques nord-américaines (États-Unis principalement) s'impose le concept d'agroécosystème défini par Conway (1987) par les quatre propriétés que sont la productivité, la stabilité, la soutenabilité et l'équité. Progressivement, dans les années 1990, les études autour de l'agroécologie commencent à être légitimées par certaines institutions éducatives et universitaires et gagnent en visibilité en étant partiellement intégrées aux curricula. En somme, l'agroécologie devient un véritable courant scientifique interdisciplinaire (Dalgaard, Hutchings, & Porter, 2003), certes contesté, mais structuré par un prisme de compréhension particulier, des associations de concepts et de méthodes, des communautés d'acteurs et une pensée élargie à l'ensemble de la chaîne alimentaire (Altieri, 1995, p. 505) : « finalement, l'agroécologie en tant que discipline scientifique a connu un fort changement, allant au-delà des échelles du champ ou des agrosystèmes pour se concentrer davantage sur l'ensemble du système alimentaire »[103] (p. 505). Mais « l'agroécologie comme pratique scientifique ne peut s'envisager sans prendre en compte le rapport entre sciences et sociétés » (Stassart et al., 2012), reconfiguré dans la façon dont les savoirs agroécologiques sont produits et diffusés. Ainsi, des pratiques ont été développées pendant les années 1980, en lien avec les pratiques agricoles indigènes déjà existantes. Arrignon (1987) décrit par exemple des avancées basées sur les savoirs locaux dont le but est de favoriser le développement agricole en zones arides ou semi-humides, avec des actions adaptées par rapport au stock d'eau et aux autres ressources disponibles. La transformation agricole proposée par l'agroécologie ne peut en effet s'abstenir d'une transformation épistémologique amenant à considérer l'ensemble des formes de savoir. Les paradigmes de la révolution verte s'appuient sur une certaine vision de la science, « trop souvent hermétique à de nouveaux paradigmes qui bousculent les repères établis, hérités du positivisme et d'une vision technico-productiviste du développement agricole » (Delcourt, 2014). Cela implique nécessairement « une plus grande participation des producteurs à la définition des grands axes de la politique agricole (…), à favoriser la coproduction des savoirs et à nourrir le champ de la connaissance à partir des données récoltées *in situ*, tout en les adaptant au mieux aux particularités des contextes et terroirs locaux » (Delcourt, 2014).

Finalement, si l'on considère ces multiples dimensions situées dans le temps de la

[103] « Finally, agroecology as a scientific discipline went through a strong change, moving beyond the field or agrosystems scales towards a larger focus on the whole food system ».

définition de l'agroécologie, « l'application du terme [d'agroécologie] dépend fortement de l'évolution historique et de l'épistémologie qui fournissent le fondement, la portée et la validité de l'utilisation du terme, dans différents pays »[104] (Wezel et. al, 2009, p. 513). Les auteurs admettent en effet que ces approches spécifiques à l'agroécologie, qu'ils reconnaissent en tant que discipline ou interdiscipline, sont encore difficiles à identifier et à situer clairement. Il existe une influence très forte des contextes scientifiques, agricoles et sociaux des différents pays dans la façon dont l'agroécologie s'est dessinée :

> « En Allemagne, l'agroécologie a une longue tradition en tant que discipline scientifique, et le terme n'est pas associé à un mouvement ou à des pratiques. Aux États-Unis et au Brésil, l'agroécologie est utilisée pour décrire les trois activités [discipline scientifique, mouvement social et pratiques agricoles], avec une prédominance de la science aux États-Unis et un mouvement et/ou une pratique plus forts au Brésil. En France, l'agroécologie était surtout connue jusqu'à une date récente en tant que pratique. Dans les pays où les mouvements agroécologiques sont bien établis, l'idée de pratiques est fortement connectée, voire intégrée, à ces mouvements. »[105] (Wezel et. al, p. 511)

Les auteurs considèrent alors que la légitimité de l'usage du terme dépend principalement de trois facteurs : 1) la présence de mouvements sociaux et environnementaux forts ; 2) les traditions scientifiques et leurs évolutions ; 3) l'apparition de cadres et de concepts pour la compréhension de nouvelles pratiques ou dynamiques d'action.

2. La nomination tardive de l'agroécologie en France

L'agroécologie a existé sous ce terme en France avant les années 2000, mais elle était principalement un contre-modèle à plusieurs facettes porté par différentes incarnations des mouvements sociaux agricoles. Pierre Rabhi a été parmi les premiers à utiliser l'appellation d'agroécologie dans les années 1970, à la théoriser et à développer des expérimentations pratiques en France et Afrique sahélienne (Rabhi & Caplat, 2015). Griffon (2013, p. 27) définit l'agroécologie de Rabhi comme « un ensemble de techniques agricoles respectant l'environnement, mais aussi une philosophie de la production agricole fondée sur la simplicité, la sobriété des comportements et de la consommation des ressources, ainsi que le respect de la nature », la comparant à l'agriculture biologique. Plus qu'une dimension philosophique, c'est une réflexion éthico-spirituelle qui est développée par Rabhi dans une volonté de reconfigurer la relation société-nature autour de l'avatar d'une « Terre-mère » nourricière et féconde (Rabhi, 2002). Cette approche est investie par des structures collectives liés à la figure tutélaire de Rabhi, dont les associations Terre & Humanisme et le mouvement des Colibris qui mettront en place, à partir des années 1990, des formations de transmissions de techniques agroécologiques. Si les discours

[104] « Application of the term [of agroecology] depends strongly on the historical evolution and epistemology, that provide the foundation, scope and validity of use of the term, in different countries ».

[105] « In Germany, agroecology has a long tradition as a scientific discipline, and the term is not associated with a movement or with practices. In the USA and in Brazil, agroecology is used to describe all three activities [scientific discipline, social movement and agricultural practices], with a predominance toward science in the USA and a stronger movement and/or practice emphasis in Brazil. In France, agroecology was mainly known until recently as a practice. In the countries where the agroecological movements are well established, the idea of practises is strongly connected, or even incorporated, into these movements. »

critiques de l'agriculture productiviste se rejoignent sur les constats, elles divergent dans leur cadre de référence et dans l'incarnation des alternatives. L'agronome René Dumont, également premier candidat revendiqué écologiste à une élection présidentielle en 1974, a fortement critiqué la conception agroécologique de Rabhi pour son manque de rigueur scientifique (critiquant en parallèle l'agriculture biodynamique de Steiner qu'il assimile à tort à celle de Rabhi) et développe lui-même une réflexion portant sur la qualité des sols et le principe de souveraineté alimentaire des systèmes de production africains (Lejean, 2014). D'autres agronomes comme Marcel Mazoyer ou André Pochon ont promu le développement de l'agroécologie à leur manière, sans forcément utiliser le terme (Schaub, 2015). Durant ce dernier tiers du XXe siècle, l'agroécologie devient une proposition alternative multiforme portée par différents acteurs écologistes. La revue l'Écologiste[106] publie en 2004 un dossier spécial intitulé « Agro-écologie. La Résistance des paysans »[107] auquel Altieri, Gliessman ou encore Toledo contribuent. Un moment important dans la dynamique sociale de visibilisation de l'agroécologie est le colloque international d'Albi. Organisé en 2008 et intitulé « Nourriture, Autonomie, Paysannerie » il fédère plusieurs acteurs de la société civile comme l'association Nature & Progrès, le syndicat de la Confédération Paysanne (membre de la Via Campesina) ou l'association des Amis de la Terre. Nombre d'intervenants du colloque sont issus d'Amérique Latine et viennent partager une vision transformatrice et critique (Bellon & Ollivier, 2012). La tenue du colloque d'Albi a plusieurs effets : les voix des mouvements sociaux sud-américains trouvent un écho dans la sphère agricole francophone et la notion d'agroécologie suscite un intérêt renouvelé. Nature & Progrès substituera ensuite le terme d'agroécologie à celui d'agrobiologie (Piriou, 2002 *in* Bellon & Ollivier, 2012). Créée en 2008, l'Association Française d'Agronomie voit certains de ses membres se placer en rupture du courant « *mainstream* de l'agronomie » (Sarthou, 2010, *in* Bellon & Ollivier, 2012, p. 71) et se positionner en faveur de l'agroécologie.

Cette dimension sociale dans laquelle s'est incarnée l'aspiration à la transition agroécologique se complète progressivement par une dynamique de structuration scientifique. À la date de la publication de l'article de Wezel *et al.*, en 2009, les auteurs estiment que l'agroécologie n'existe pas en tant que discipline distincte en France, notamment parce que l'Inra ne lui a pas encore donné de cadre qui fasse office de définition institutionnelle. Les auteurs mettent cette distance française avec le terme d'agroécologie sur le compte de deux facteurs :

1. la séparation disciplinaire historique dans l'éducation et la recherche entre écologie et agronomie ;
2. une définition de l'agronomie qui s'oriente dans deux directions : d'une part une vision analytique de la physiologie des plantes et des espèces ; d'autre part une vision plus large de l'agrosystème. Dès lors, « le champ cultivé, ou la parcelle, a été considéré comme le niveau d'attention primaire, d'autres

[106] Version française de *The Ecologist* et publié depuis septembre 2000, la revue l'Écologiste est un trimestriel qui traite de dossiers thématiques avec une ligne éditoriale inspirée des mouvances de "deep écology" (promouvant une vision philosophique biocentrique intégrant l'être humain dans la biosphère au même titre que les autres espèces animales et accordant une importance éthique vitale, en dehors de toute considération utilitariste, à la préservation des écosystèmes et de leurs équilibres).

[107] Dont le sommaire est toujours disponible sur le site internet de la revue : <http://www.ecologiste.org/contents/fr/p50.html>.

> échelles plus grandes comme le niveau de la ferme et l'association entre les unités de production et le territoire rural sont également devenues pertinentes pour l'agronomie »[108] (Wezel et al., 2009, p. 509).

Concernant ce second facteur, Sebillotte (1974) donne par exemple une définition relativement systémique de la discipline de l'agronomie, quand d'autres chercheurs focalisent au contraire l'effort scientifique sur des échelles d'étude beaucoup plus restreintes. De fait, la notion d'agroécologie s'est trouvée confondue avec de multiples nuances agronomiques et des variations fortes dans le niveau à partir duquel le système de production alimentaire est appréhendé. Dans les sphères anglo-saxonnes, « les disciplines agronomiques *sensu lato* (*soil science*, *plant science* et *animal science*) sont plus fortement séparées les unes des autres, ce qui a pu expliquer l'émergence de l'agroécologie, en vertu de son ambition intégrative » (David, Wezel, Bellon, Doré, & Malézieux, 2011). Alors, si l'écologie des systèmes alimentaires, qui correspond davantage à une définition anglo-saxonne ou américaine de l'agroécologie, n'est donc pas reconnue ou utilisée en France en tant que telle, certaines recherches en agronomie menées à un niveau systémique pourraient donc correspondre à ce que d'autres nomment agroécologie, dans d'autres contextes et dans d'autres pays. La structuration épistémologique des sciences de l'agriculture est donc un facteur influant sur le caractère explicite de la notion. En France, l'agroécologie a souvent été confondue avec l'agriculture biologique, ou d'autres modes de production interrogeant le lien entre agrosystèmes et écosystèmes comme l'agriculture raisonnée ou l'agriculture de conservation. C'était notamment la promesse de la « révolution doublement verte » pensée par Griffon (2002 ; Griffon & Weber, 1996) et présentée comme « une autre définition du concept d'intensification , censée profiter « des acquis » de la révolution verte initiale mais « à moindre coût économique et écologique ». Le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) a également suivi cette voie d'incision du paradigme productiviste en cadrant l'application de principes agroécologiques à l'échelle des cultures. Ses recherches autour du semis direct et de culture sous couverture végétale[109] structurent une approche focalisée sur la conservation des sols. Le Grenelle de l'environnement de 2008, impulsé par le président Sarkozy, consacre dans la même veine l'« agriculture écologiquement intensive », approche appliquée à l'échelle de l'exploitation et dont l'efficacité est mesurée selon un concept d'« efficience productive » (Ghali, Daniel, Colson, & Sorin, 2014). L'agriculture écologiquement intensive est un synonyme de la révolution doublement verte dans le sens où il s'agit de verdir les pratiques intensives existantes (Griffon, 2013). L'expression oxymorique "écologiquement intensive" est assumée par Griffon comme un choix stratégique relevant d'un « malentendu (…) extrêmement utile » et permettant de « mobiliser les consciences » (Griffon, 2009, *in* Bellon & Ollivier, 2012, p. 72).

Au sein des institutions agricoles, la dénomination "agroécologie" a émergé tardivement. En 2008, l'INRA a fait de l'agroécologie une orientation centrale dans le document de programmation scientifique de la décennie 2010-2020 (Bellon & Ollivier, 2012). Elle devient un des deux axes prioritaires de recherche de l'institut en

[108] « The cultivated field, or the plot, was considered as the primary level of attention, other larger scales such as the farm level and the association among farm units and the rural territory also became relevant to agronomy ».

[109] Ou encore SCV pour Semis sous Couverture Végétale.

2010 (Bolis, 2013). Stéphane Le Foll, Ministre de l'Agriculture pendant l'ensemble du quinquennat Hollande, commande un rapport sur l'agroécologie le 5 septembre 2012 à Marion Guillou, ancienne présidente de l'INRA et présidente du Conseil d'administration d'Agreenium (Institut agronomique, vétérinaire et forestier de France). La commande du Ministre de l'Agriculture est de produire des recommandations qui permettraient à l'agriculture française de « combiner compétitivité économique et préservation de l'environnement » (Guillou, 2013). En mai 2013, Guillou transmet son rapport au Ministère, dans lequel figurent quatre axes de recommandation :

1. une identification et une caractérisation des systèmes « doublement performants » (performance économique et performance environnementale) mettant à contribution les outils de statistiques nationales, le compte d'affectation spéciale Développement agricole et rural (CASDAR), les acteurs de la recherche (INRA, CIRAD, IRSTEA[110]), et de nouveaux réseaux d'échanges et de partages de pratiques agroécologiques ;

2. une adaptation des formations agricoles au « défi » agroécologique, qu'elles soient professionnelles ou supérieures, initiales ou continues ;

3. le renouvellement du conseil agricole pour « accompagner la transition » des agriculteurs passant par une certification des activités de conseil, une mise à contribution du CASDAR et du Groupement d'Intérêt Scientifique Relance agronomique ;

4. la mise en place de pratiques incitatives au niveau individuel, collectif ou des filières, tels des dispositifs d'aide au changement et à la prise de risque, d'incitation à la réduction d'usage des intrants phytosanitaires, de gestion quantitative de la ressource en eau, de valorisation de l'association complémentaire culture-élevage à l'échelle locale, ou encore d'utilisation de la diversité génétique animale et végétale.

Le rapport conclut que « la transition vers des agricultures doublement performantes sur les plans économique et environnemental ne peut réellement s'engager que si elle s'appuie sur un ensemble de références techniques solides et capitalisées au sein d'un système d'information » (Guillou, 2013, p. 59). Cette approche de l'agroécologie, sur laquelle s'appuieront ensuite les politiques agricoles impulsées par Le Foll, relève d'un paradigme productiviste. L'efficacité agricole est continuellement présentée comme double, économique et environnementale, opérant ainsi une réduction de l'agroécologie à une « performance » à seulement deux dimensions. Le cadre productiviste actuel, encore dominant, n'est en aucun cas interrogé. Le cœur du changement souhaité par ce rapport est la centralisation des savoirs et techniques au sein des instances de recherche et d'accompagnement déjà existantes, et une diffusion de ces savoirs et techniques majoritairement descendante, même si des projets plus participatifs sont accompagnés ou mis en œuvre par les instituts de recherche. Plus qu'une véritable transition agroécologique (au sens d'un changement de doctrine agricole), ce rapport prône une intégration de certains principes agroécologiques dans le modèle intensif existant. Suite à la remise du rapport, le Ministère va publier en 2013 un document intitulé « Le projet agro-écologique en

[110] L'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture, anciennement Cemagref.

France »[111] décliné en un certain nombre de mesures (réduction de l'usage des produits phytosanitaires, plan « azote/méthanisation », plan de développement de l'agriculture biologique, etc). L'ambition affichée est bien de situer l'évolution de l'agriculture française dans la droite ligne de l'histoire de l'agroécologie mais reste réductionniste par rapport aux principes à multi-niveaux présentés précédemment. Ensuite, la Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt est définitivement adoptée par le Parlement en septembre 2014 (Garric, 2014), l'agroécologie vient ainsi s'inscrire pour la première fois dans l'histoire législative des politiques agricoles françaises. La définition officielle de l'agroécologie qui apparaît alors dans le Journal Officiel dénote une fois de plus une approche centrée sur les techniques agroécologiques et l'intégration de pratiques nouvelles ou ajustées, sans approche globale des systèmes alimentaires : « ensemble de pratiques agricoles privilégiant les interactions biologiques et visant à une utilisation optimale des possibilités offertes par les agrosystèmes » (Vocabulaire de l'agriculture et de la pêche, 2015). L'INRA propose depuis 2013 sur son site internet une définition allant dans le même sens. Il y est indiqué que « l'agroécologie désigne un ensemble de pratiques. C'est aussi une science émergente. Elle propose des pistes pour l'agriculture de demain. Il s'agira de produire autant, mais plus écologiquement tout en restant rentable. »[112] Cette dernière phrase illustre pour moi la continuité d'un modèle, au même titre que le contenu des notions parallèles proches de l'agriculture de conservation ou de l'agriculture dite écologiquement intensive. Plutôt qu'une transition, il s'agit là d'une tentative de *rénovation*[113]. Bellon & Ollivier ajoutent que « la position de l'INRA, par sa vision cumulative des modèles technico-économiques agricoles, tranche avec la perspective scientifique américaine et les mouvements sociaux qui au contraire montrent des incompatibilités de paradigmes » (2012, p. 78).

La Loi d'Avenir agricole est par la suite opérationnalisée par le plan « Produire autrement » et couplée à un programme d'évolution des formations agricoles, nommé « Apprendre à produire autrement »[114]. À la marge, des innovations éducatives autour de l'enseignement de l'agriculture biologique et de l'éducation à l'environnement avaient été intégrées à partir des années 1990 (Simonneaux, Simonneaux, & Cancian, 2016) et avaient ensuite vu leur présence renforcée par l'intégration de certains principes du développement durable dans les années 2000 dans les curricula et les pratiques de formation des enseignants. Simonneaux, Simonneaux & Cancian émettent l'hypothèse que l'enseignement des questions vives agro-environnementales dans l'enseignement agricole a contribué au déverrouillage socio-technique (notion que je développe ultérieurement autour de l'idée de transition) du paradigme alors en place dans les politiques agricoles. Le plan

[111] Disponible sur le site du Ministère de l'Agriculture : <http://agriculture.gouv.fr/le-projet-agro-ecologique-pour-la-france>.

[112] Disponible sur le site de l'INRA, « L'agroécologie, vous connaissez ? » : <http://www.inra.fr/Grand-public/Agriculture-durable/Tous-les-dossiers/L-agroecologie-vous-connaissez>.

[113] Terme que je n'ai pas choisi au hasard, défini par le CNRTL comme un phénomène de « reconstitution de quelque chose dans son état initial par remplacement d'éléments ». L'état initial (la logique productiviste) reste le même mais certains de ses principes de fonctionnements (l'apport massif d'intrants extérieurs à l'agroécosystème par exemple) sont remplacés ou ajustés par d'autres (l'optimisation et l'utilisation des services écosystémiques).

[114] Disponible sur le site institutionnel de l'enseignement agricole public : <http://www.chlorofil.fr/enseigner-a-produire-autrement/le-plan-enseigner-a-produire-autrement.html>.

« Apprendre à produire autrement », qui opérationnalise l'agroécologie dans les prescriptions éducatives, vient traduire la reconfiguration de ce paradigme. Ce plan décline quatre axes pour l'enseignement agricole :

1. une rénovation des référentiels et des pratiques pédagogiques. Une précision intéressante à ce sujet indique que « la prise en compte de l'incertitude et des changements permanents demande de renforcer la formation à la diversité et à la relativité, de viser à l'approche comparée plutôt qu'à une simple connaissance de modèles » (p. 4) ;
2. une mobilisation des exploitations agricoles et des « ateliers technologiques » des établissements de formation dans la mise en œuvre du plan ;
3. un renforcement de l'échelon régional dans la gouvernance des dispositifs éducatifs ;
4. un accompagnement dans la mise en œuvre du plan par la formation de référents locaux et la création de dispositifs-ressources pour enseigner l'agroécologie.

Depuis 2010, l'agroécologie est donc massivement entrée dans les discours des acteurs des politiques agricoles et de la recherche agronomique. La transition vers un « projet agro-écologique » est devenue une injonction du Ministère de l'Agriculture, diffusée à ses composantes et ses interlocuteurs.

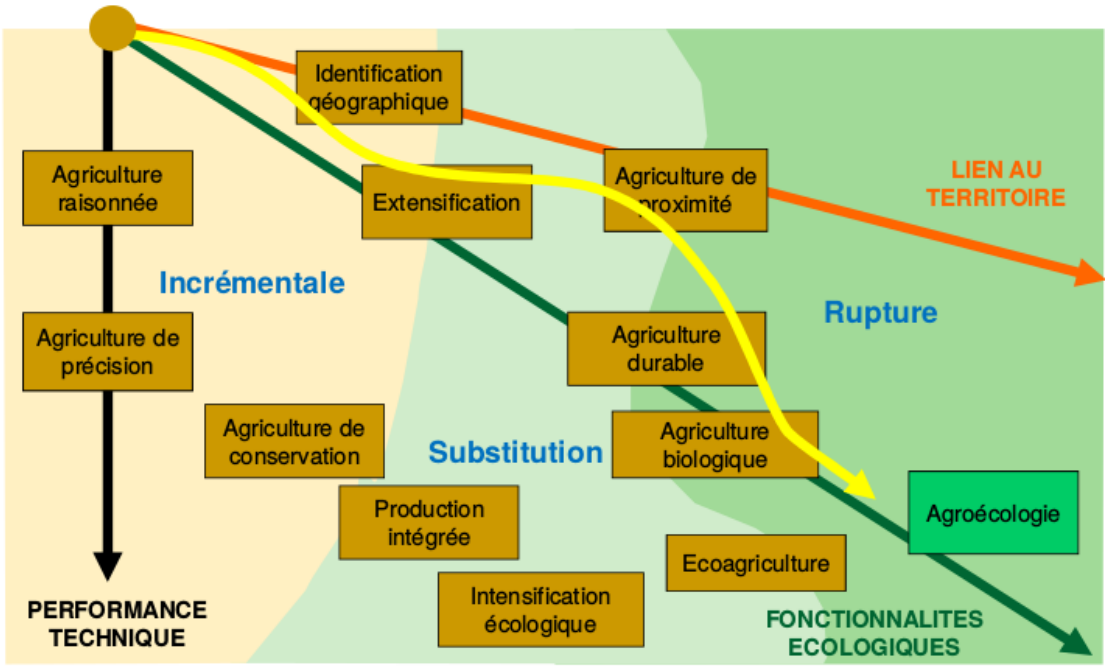
Finalement, le développement de l'agroécologie en France a suivi une trajectoire spécifique, relative à la structuration épistémologique des sciences et techniques agricoles et à la focalisation sur d'autres appellations alternatives. D'une aspiration portée par un mouvement social en marge des cadres institutionnels, elle s'est déployée en des expérimentations agricoles donnant corps à l'alternative, et l'influence conjointe de cette dynamique sociale et des influences scientifiques, pratiques et politiques venant de l'extérieur (Amérique, Afrique) l'a portée vers une visibilité inédite dans les années 2000. À partir des années 2010, l'agroécologie fait son entrée dans les discours et les actes de l'INRA et du Ministère de l'Agriculture. En d'autres termes, elle s'institutionnalise. Mais elle le fait de façon restreinte, à partir d'une définition focalisée sur la partie basse de l'échelle d'application des pratiques. La confusion autour des dénominations de ces pratiques (agriculture raisonnée, de précision, de conservation des sols, écologiquement intensive…) rend toutefois difficile une caractérisation commune à tous les acteurs de la transition. Entre l'agroécologie préconisée par l'INRA, celle définie par le Ministère, celle enseignée dans les formations agricoles, celle promue par certaines associations ou mouvements politiques, les nuances sont fortes et les ambitions divergent. De fait, dans ses habits institutionnels, l'agroécologie relève d'une sorte de compromis minimal.

> « Malgré l'innovation conceptuelle peu contestable (intensifier en connaissance et en processus écosystémiques), de manière intentionnelle ou non, le flou autour de l'usage des termes (agroécologie, agriculture de conservation…) ne relèverait-il pas aussi d'un tel processus permettant certes un consensus pragmatique autour du plus petit dénominateur commun, et d'une restriction à quelques formes d'agriculture déjà référencées ? » (Bellon & Ollivier, 2012, p. 73)

La figure suivante, extraite d'un diaporama de cours de Léger (2012) intitulé « L'agroécologie comme nouveau paradigme ? » (master de l'école AgroParisTech),

synthétise selon moi de façon intéressante la coexistence de ces « voies » agroécologiques et les trois caractères performatifs de leurs définitions (incrémentale, substitution, rupture).

Figure 6. Les voies de l'agroécologie (Léger 2012)



La voie incrémentale (de l'anglais "increment", signifiant "augmentation") correspond à un renforcement, une intensification du paradigme productiviste. La voie de substitution, définie comme « l'action de mettre une chose à la place d'une autre » correspond à une action que j'ai qualifiée de rénovation de ce paradigme. La voie de rupture cherche quant à elle à se détacher de ce paradigme pour en construire un autre, celui de la résilience des agroécosystèmes.

3. Une définition pratique : les différents « principes » de l'agroécologie

Dans cette sous-partie, je m'attache à détailler les principes de l'agroécologie J'y synthétise l'approche de Stassart et al. (2012), approche qui me semble la plus complète parce qu'elle revient sur la construction historique de l'agroécologie tout en proposant des perspectives actualisées correspondant à une définition transformatrice (je reviendrai ultérieurement sur cette définition, que je fais mienne). La théorisation antérieure des principes agroécologiques qui fait référence est celle d'Altieri (1995). Dans le contexte des années 1980, elle s'articule avec une certaine conception de la durabilité basée sur l'auto-suffisance alimentaire prenant le nom de « Faible intrant Externe Agriculture durable » (« Low External Input Sustainable Agriculture », LEISA). Altieri reprend les principes du modèle LEISA et les adopte à l'agroécologie. Alors, « cette série de cinq principes va devenir la référence canonique de la version restreinte de l'agroécologie » (Stassart et al., 2012, p. 9).

Tableau 6. Les principes « historiques » de l'agroécologie selon Stassart et al. (2012)

Référence	*Principes*	*Éléments agroécologiques*
Altieri (1995)	1	Recyclage de la **biomasse** en permettant la décomposition de la matière organique disponible et en favorisant la circulation cyclique des nutriments.
	2	Garantir des conditions de **sol** qui favorisent la croissance des organismes végétaux en optimisant la gestion de la matière organique et l'activité biotique des sols. Ce principe implique une réduction « drastique » de l'usage des intrants issus de la chimie de synthèse (engrais, pesticide et pétrole).
	3	Réduire au maximum les pertes d'énergie, d'eau et autres ressources en améliorant la « **gestion microclimatique** » par la couverture du sol et la recherche de complémentarités territoriales (entre les différentes filières de production, élevage, culture…).
	4	**Diversité** génétique et diversité d'espèces des agroécosystèmes sur les échelles temporelles et spatiales.
	5	Favoriser les interactions et les « **synergies biologiques** » entres les différentes composantes de l'agroécosystème de façon à effectivement utiliser ses processus et ses services écologiques potentiels.

Pour Stassart et al., ces principes sont « lacunaires » et non-hybridables. Ils n'opérationnalisent pas l'ambition sociale de l'agroécologie. Dans une volonté de complémenter cette base agronomique, les auteurs articulent ces premiers principes avec d'autres, issus des travaux du groupe de chercheurs de l'INRA « Sciences pour l'Action et le Développement » (SAD). Ces principes additionnels visent à ouvrir la proposition antérieure d'Altieri.

Tableau 7. Les principes «méthodologiques » de l'agroécologie de la SAD selon Stassart et al. (2012)

Référence	*Principes*	*Éléments agroécologiques*
(Tichit et al., 2010)	6	Mettre l'**agro-biodiversité** au cœur du processus de reconception d'agroécosystèmes autonomes et favorisant la souveraineté alimentaire.
	7	Prise en compte de **critères multiples** dans le pilotage des agroécosystèmes afin de se placer dans une perspective de transition de long-terme, imbriquant de façon complémentaire critères à temporalité courte et critères à temporalité longue, et priorisant des objectifs de résilience et d'adaptabilité.
	8	Considérer la **variabilité** (au sens de la diversité et de la complémentarité) spatio-temporelle des ressources disponibles, c'est-à-dire utiliser les ressources locales en faisant avec la diversité et la variété d'un agroécosystème situé plutôt que d'essayer de « s'en affranchir ».
	9	Stimuler la recherche sur des **situations** « **éloignées des optima locaux** » déjà étudiés et documentés, tels des systèmes « extrêmes » où le niveau d'intrants sont très faibles.

Les auteurs notent ensuite une évolution de la conceptualisation de l'agroécologie autour de la notion de résilience. Koohafkan, Altieri, & Gimenez (2012) ont ainsi

défini des nouveaux critères de soutenabilité de l'agriculture : souveraineté technologique et énergétique en sont les points centraux, dans l'optique de penser des agroécosystèmes capables de s'adapter à l'évolution accélérée des contraintes écologiques, sociales, économiques (en somme, l'agroécologie d'un monde incertain). Cet axe de développement s'accompagne de questionnements philosophiques et épistémologiques sur la production des savoirs relatifs à l'agroécologie. Bell & Stassart prônent une agroécologie dite païenne, car émancipée du culte de la vérité scientifique. Alors, « le résultat, nous l'espérons, sera d'ouvrir nos objectivités et nos subjectivités jusqu'à la joie créatrice de l'inattendu, et le pouvoir durable d'un engagement de plus en plus complet dans la vie sociale, agricole et écologique »[115] (2011, p. 349). Pour intégrer cette vision actualisée de l'agroécologie aux principes précédemment cités, Stassart et al. proposent au nom de leur groupe de chercheurs (GIRAF pour Groupe Interdisciplinaire de Recherche en Agroécologie FNRS) un principe méthodologique et trois principes « socio-économiques » supplémentaires.

Tableau 8. Un principe « méthodologique » et les principes « socio-économiques » de l'agroécologie du GIRAF selon Stassart et al. (2012)

Référence	*Principes*	*Éléments agroécologiques*
Stassart et al. (2012)	10 (méthodologique)	Coconstruire des **dispositifs de recherche** « **participatifs** ». La conception de systèmes à haut niveau de soutenabilité est un processus complexe et doit prendre en compte l'interdépendance des acteurs et de leurs intérêts, ainsi que des incertitudes liées à l'innovation technique.
	11 (socio-économiques)	Création de **savoirs** et de **capacités collectives de résilience** par des réseaux impliquant producteurs, consommateurs, chercheurs et conseillers techniques sous différentes formes (forums délibératifs, débats publics, diffusion des savoirs).
	12	Tendre vers une **autonomie** des acteurs de l'agroécologie par rapport aux marchés globalisés en optant pour des modes de gouvernance des systèmes alimentaires plus démocratiques (par exemple des systèmes de cogestion producteurs-consommateurs et des systèmes relocalisés à haute intensité de main d'œuvre).
	13	Prendre en compte la **pluralité des savoirs** (savoirs sociaux, locaux, « indigènes » ou « ordinaires ») dans la compréhension et la construction des problèmes agroécologiques et dans l'élaboration d'hypothèses de réponses.

4. Pour une vision transformatrice de l'agroécologie : mon dénouement des nœuds de la controverse

Que retenir de ces caractérisations multiples de l'agroécologie ? Quelle approche est la plus pertinente : agricole (en termes de pratiques), sociale (en termes de portée politique), scientifique (en termes de structuration épistémologique) ? Quel est le cadre de contextualisation pertinent : la France, l'Europe, l'Amérique du Nord, du Sud, l'Afrique, le Monde ? Tout dépend de l'objectif. Pour Bellon & Ollivier, « l'agroécologie n'est pas une donnée mais une construction multiple » (2012, p. 56).

[115] « The result, we hope, will be to open our objectivities and subjectivities up to the creative delight of the unexpected, and the sustaining power of an ever fuller engagement with social, agricultural, and ecological life ».

Le terme est une formule performative qui a fonction de « référent social ». Dans cette optique, l'horizon de mon travail d'enquête socio-épistémologique n'est pas de fixer une définition agronomique opératoire. Il est plutôt de dégager les *lignes de force* de la notion polysémique de transition agroécologique, d'identifier les nœuds du débat et d'en comprendre les incertitudes. Alors, je ne me prononcerai pas pour une définition stricte, applicable agronomiquement, mais pour une vision socio-agroécologique basée sur une double impulsion, une impulsion critique et une impulsion transformatrice.

Commençons par les questions en suspens qui font la vivacité de la controverse. Dans un travail de contextualisation mené dans le cadre de sa thèse de doctorat à l'ENSFEA, Nathalie Frère (2017) a identifié d'une part des « propositions technico-environnementales consensuelles » (valorisation et utilisation des services écosystémiques notamment) et d'autre part des « divergences ». Je synthétise ici ces points de clivage parce qu'ils sont révélateurs de certaines formes d'incertitudes et qu'ils décrivent avec pertinence l'état de la question.

1. « *Les biotechnologies peuvent-elles être incluses dans les agroécologies ?* » (Frère, 2017, p. 41) La biotechnologie des OGM est celle dont l'utilisation est la plus débattue dans la sphère sociale. Des scientifiques (Levidow & Boschert, 2008 ; Vanloqueren & Baret, 2009) prennent position en dénonçant l'incompatibilité des OGM avec l'agroécologie. Altieri (2005) considère lui aussi que la coexistence des cultures OGM avec des cultures non-OGM, du fait des phénomènes de dissémination et de contamination génétique éventuels, n'est pas possible parce qu'elle annihile toute capacité à développer un autre système que celui utilisant de telles technologies. Mais avec l'institutionnalisation de l'agroécologie et un nivellement réductionniste de ses finalités, des acteurs (les multinationales vendant des applications bio-technologiques notamment) agissent pour que l'utilisation des OGM puisse cohabiter avec la mise en place de pratiques agroécologiques, voir même pour qu'ils soient vus comme la solution agroécologique majeure pour diminuer ou supprimer les pesticides, alors qu'ils ne font qu'en déplacer l'usage. Les OGM sont la face émergée de l'iceberg des biotechnologies et ce genre de débat peut également porter sur d'autres types de techniques (sur la question de la sélection et de la diffusion des semences végétales hors-OGM par exemple). Alors, pour les défenseurs d'une agroécologie productiviste, les biotechnologies sont des techniques d'intensification comme les autres. Pour les promoteurs d'une agroécologie de rupture avec le modèle intensif, les biotechnologies sont au contraire incompatibles, parce qu'il existe de fortes incertitudes sur les effets de leur utilisation (sur la santé humaine, entre autres), parce qu'elles réduisent la biodiversité existante et parce qu'elles perpétuent des formes de dépendance des paysans envers les développeurs et fournisseurs de ces technologies (Buttel, 2003).

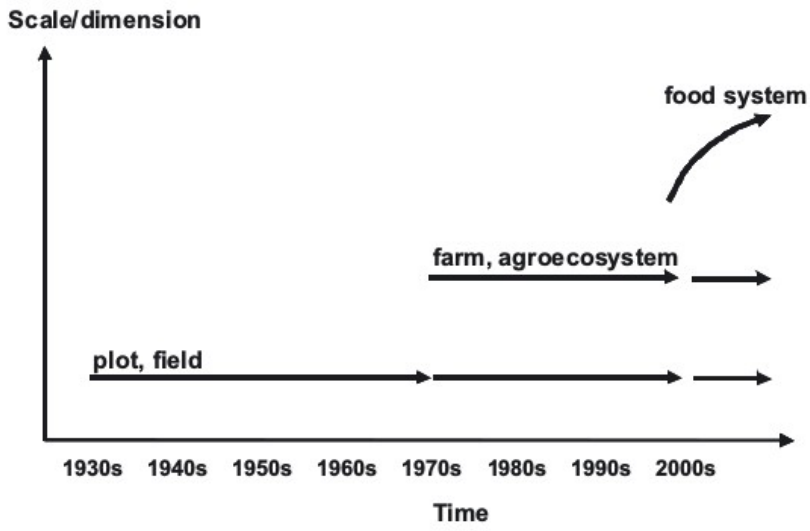
2. *Santé des sols : faut-il intégrer ou rompre avec les produits phytosanitaires ?* Ce nœud de controverse regroupe deux clivages en un. Premièrement, il interroge l'appréhension du sol : partisans du labour s'opposent aux partisans de pratiques agricoles moins agressives (comme les techniques de semis directs) dont les plus connus sont peut-être les Bourguignon (2008). Deuxièmement, il questionne l'utilisation des pesticides et ses effets sur le milieu du

sol. Frère souligne le fait que les alternatives au labour et à l'utilisation des produits phytosanitaires cherchent encore leur équilibre et la façon dont ils peuvent être ajustés à la diversité des agroécosystèmes. En outre, « la question économique, liée à l'incertitude des résultats de ce changement de pratiques et l'éventuel impact sur une baisse de rendements reste préoccupante pour les agriculteurs » (Frère, 2017, p. 48).

3. *Penser la résilience de l'agriculture au niveau local ou au niveau mondial ?* Pour développer la capacité de résiliences des agroécosystèmes dans des environnements dégradés, différentes stratégies coexistent. Pour caricaturer, ces stratégies vont de la volonté de relocaliser les systèmes alimentaires (territorialisation depuis la production jusqu'à la distribution) à la volonté de mondialiser les échanges.

Ces nœuds détaillés par Frère font effectivement écho à des lignes de rupture apparues au fur-et-à-mesure de mon travail d'enquête socio-épistémologique. Finalement, le clivage transversal me semble être celui que Stassart et al. (2012) résument par l'expression de « cristallisation bipolaire . Je l'ai déjà évoqué dans le cadre français mais il empreinte d'autres mots sur l'échelle internationale : il y aurait une orientation possible, toujours productiviste, et une autre orientation, positionnée sur un paradigme de suffisance, ce que Freibauer et al. (2011) nomment le « récit productiviste » et le « récit de la suffisance ». Stassart et al. considèrent que le postulat fondamental de l'agroécologie est la seconde orientation, qui implique une « remise en cause de l'hypothèse productiviste » et se traduit en un glissement de la sphère « technico-économique » vers la sphère « socio-technique » (2012, p. 3). Ce glissement me paraît en effet tout à fait souhaitable. Il est aussi incarné dans le débat autour des échelles agroécosystémiques de mise en réflexion de l'agroécologie. La figure suivante montre comment Wezel et al. (2009) schématisent l'évolution de ces échelles selon une perspective chronologique.

Figure 7. « Temporal changes in scale and dimension in the definition of agroecology of the food system » (Wezel et al., 2009, p. 510)



Mais plus qu'une idée chronologique, cette figure montre des espaces de positionnement de l'agroécologie. (Conway, 1987) et (Griffon, 2013) se situent davantage sur le plan de la parcelle ou de l'exploitation par exemple. L'agroécologie des systèmes alimentaires (Francis et al., 2003 ; Gliessman, 2006), elle, se place sur une échelle plus globale, symbolisée par la flèche montante. Ces derniers auteurs critiquent ainsi la réduction de l'agroécologie à trois éléments dominants dans la représentation de l'efficacité agricole : les composants chimiques du processus de production, la productivité par unité de surface et la productivité par unité de travail. Ils considèrent que ce réductionnisme n'est pas à la hauteur de la complexité de l'enjeu alimentaire. Dès le départ, ils placent donc les systèmes alimentaires comme le bon niveau de réflexion pour l'agroécologie, afin d'interroger dans un mouvement systémique la frontière entre la production "naturelle" et la production "sociale". Francis et al. (2003) citent l'exemple d'agroécosystèmes traditionnels en Amérique du Sud qui portent cette coévolution. Je ne veux pas signifier ici que les travaux sur les autres niveaux de l'échelle ne sont pas pertinents dans le cadre de la transition. Ils peuvent être tout à fait complémentaires et participent d'une dynamique globale de réinterrogation des principes agricoles. Mais l'objectif de résilience et la présence des incertitudes qui l'englobent appellent à définir un espace de mise en débat qui soit à la hauteur de l'enjeu : « une focalisation étroite sur des technologies spécifiques pour augmenter la production alimentaire ou résoudre des problèmes environnementaux locaux peut aider certains agriculteurs, mais fournira peu d'orientations significatives sur la façon de concevoir des systèmes efficaces et durables pour l'avenir »[116] (Francis et al., 2003, p. 115). D'autres arguments viennent soutenir l'agroécologie des systèmes alimentaires. Sur le plan de l'efficience énergétique, jusqu'à 75 % de l'énergie dépensée dans le processus global de production alimentaire le serait après la phase agricole (Johansson et al., 2000, dans Francis et al., 2003). L'énergie dépensée pour la production agricole ne représente donc qu'une partie minoritaire de l'énergie totale dépensée pour faire en sorte que l'aliment arrive à l'assiette : ce constat amène les auteurs à réaffirmer la pertinence d'une pensée du système dans sa globalité, en intégrant les facteurs sociaux et économiques déterminants. Ce serait là une manière de réintégrer dans l'estimation de l'efficience agricole ce qui était jusqu'alors considéré comme des externalités. Les auteurs évoquent également la coupure grandissante existant entre les individus urbains (désormais parties majoritaires de la population planétaire) et la source de leur alimentation. Cette coupure accentuerait la consommation d'une alimentation de basse qualité, non-saisonnière, génératrice d'effets délétères sur la santé humaine et déconnectée des choix agricoles et de l'enjeu de soutenabilité. L'enjeu de la transition de l'agroécologie est par conséquent de reconstituer la boucle alimentaire par une vision inclusive : « quand l'agroécologie étudie l'ensemble du système alimentaire, ces questions d'opinion et de choix des consommateurs font partie de l'équation »[117] (Francis et al., 2003, p. 114). À mon sens, la puissance transformatrice de l'idée d'agroécologie est beaucoup plus importante lorsqu'elle se place en effet sur cette échelle socio-technique. Elle interroge alors toutes les coupures rationalistes qui enfermaient jusqu'alors l'agriculture dans ses fonctionnalités purement

[116] « Narrow focus on specific technologies to increase food production or solve local environmental problems can help some farmers, but will provide little meaningful direction on how to design effective and sustainable systems for the future ».

[117] « When agroecology studies the entire food system, these issues of consumer opinion and choice are part of the equation ».

productives et technologiques (séparations producteur/consommateur, paysan/agronome, rural/urbain, agriculture moderne/agriculture archaïque, domaine technique/domaine social, savoirs locaux/innovations technologiques, etc). À propos des orientations futures de l'agroécologie, il est évident que cette vision élargie à l'ensemble des maillons de la chaîne alimentaire est politiquement et socialement exigeante.

Alors, comment une agroécologie transformatrice pourrait-elle s'intégrer dans un référentiel agricole au sein duquel l'idée productiviste est encore dominante ? L'agroécologie pose ainsi la question de l'appréhension de la complexité et de l'interdisciplinarité, faisant écho aux analyses que je développe ensuite quant à certains référentiels de l'enseignement agricole français.

> « L'éducation doit passer d'une emphase sur comment enseigner à maximiser la production d'une seule culture dans un environnement décontextualisé avec un accès illimité aux combustibles fossiles, vers le niveau du système alimentaire où l'environnement naturel et la société sont reconnus dans toute leur complexité. Nous trouvons de plus en plus important de lier les méthodes des sciences naturelles et sociales à la conception de l'éducation pour atteindre ces objectifs. »[118] (Francis et al., 2009, p. 108)

En amont de la question éducative, je me positionne également pour une agroécologie épistémologiquement libératrice. Quel réel changement proposerait une agroécologie de perpétuation du grand partage, entre vérités sacrées "trouvées" par des agronomes et pratiques profanes "bricolées" par des paysans ? À ce sujet, Warner (2007) a étudié les alternatives agroécologiques développées dans plusieurs États des États-Unis, dont la Californie. Il a focalisé son travail sur la façon dont ces alternatives ont émergé sur un terreau social favorable, fait d'interactions positives entre les acteurs locaux, et de partage de savoirs et de pratiques. Warner montre comment le modèle de transfert descendant des techniques (une sorte de « deficit model » en somme) est totalement dépassé et comment les acteurs de l'agroécologie préfèrent des modes de génération et de diffusion des savoirs basés sur la réciprocité, le partenariat, la collaboration. Un tel processus aboutit alors à une bien meilleure adaptation des pratiques au contexte écologique local et à une construction sociale partagée de la notion de bien commun. Cette agroécologie là va donc dans le sens d'une rupture du régime des technosciences.

Afin de compléter cette contextualisation socio-épistémologique de l'agroécologie, il me faut me pencher sur la notion de transition et ainsi tenter de comprendre les lignes de force qui structurent dans le temps et dans l'espace social l'évolution de l'agriculture.

5. La notion de transition

La transition est définie par le CNRTL comme le « passage d'un état à un autre ». Dans sa définition philosophique, le CNRTL cite un passage du Dictionnaire critique du Marxisme (1982) qui n'est pas inintéressant.

> « Phase particulière de l'évolution d'une société, celle où elle rencontre de plus en plus de

[118] « Education must shift emphasis from teaching how to maximize production of a single crop in a decontextualized environment with unlimited access to fossil fuels, toward a food systems level where the natural environment and society are recognized in all their complexity. We find it increasingly important to link methods from natural and social sciences in designing education to meet these goals. »

> difficultés, internes ou externes, à reproduire le système économique et social sur lequel elle se fonde et commence à se réorganiser, plus ou moins vite et plus ou moins violemment sur la base d'un autre système qui, finalement, devient à son tour la forme générale des conditions nouvelles d'existence ». (CNRTL)

Dans cette définition apparaît distinctement la notion de dynamique. La transition peut prendre différentes formes, avancer à différentes vitesses, et désigne une évolution des « conditions d'existence » d'une société vers d'autres conditions d'existence. Mais elle peut aussi être pensée sur un plan plus précis, comme la transition professionnelle d'un individu ou d'un groupe par exemple. Dupuy & Le Blanc (2001) évoquent les caractéristiques de ces transitions professionnelles, livrant de premiers éléments pour définir le concept.

> « La transition évoque l'ensemble du processus et suppose d'articuler mouvement et direction, continuité et rupture, changement et résistance au changement. Les composantes dynamiques des transitions ont cela de paradoxal qu'elles combinent des logiques de scission, d'élimination et de conservation. Aussi peut-on dire de façon schématique que le changement est défini du point de vue externe au sujet alors que la transition est caractérisée davantage par des processus internes au sujet. » (Dupuy & Leblanc, 2001, p. 63)

Avec une approche qui me semble justement davantage orientée sur le concept de changement, un des cadres de référence pour penser la diffusion de l'innovation dans les sociétés est l'ouvrage de Rogers, d'abord publié en 1962, et aujourd'hui disponible en anglais sous sa cinquième édition (2003). Cette théorie multidisciplinaire se penche sur cinq éléments déterminants pour la trajectoire de l'innovation : l'innovation elle-même, les adoptants de l'innovation, les canaux de communication, la dimension temporelle et les systèmes sociaux (influences externes et internes à l'innovation). L'approche de Rogers me semble toutefois trop linéaire, notamment sa modélisation de la diffusion de l'innovation qui distingue différentes types de consommateurs ayant un rôle différent dans le processus de transition (innovateurs, adopteurs précoces, majorité précoce, majorité tardive, retardataires). Ainsi, sa théorie est calibrée pour penser les évolutions d'un marché économique, en catégorisant les groupes de potentiels consommateurs en fonction de leur appétence pour l'innovation. Dans mon approche critique, je préfère à la théorie de diffusion de l'innovation celle des régimes socio-techniques (Kemp, Schot, & Hoogma, 1998 ; Rip & Kemp, 1998). Ce concept se place en cohérence avec mon approche du régime de savoir des technosciences (Pestre, 2003). Rip & Kemp définissent par exemple la technologie comme faisant partie du « paysage socio-technique de la société » (1998, p. 334). L'évolution technologique n'est pas vue comme un élément externe à la société et qui impulse les transitions à la manière d'un nouvel outil, mais comme un phénomène combinant facteurs techniques et facteurs sociaux. Alors, le processus de changement s'étend sur plusieurs niveaux, de celui des artefacts (au sens anthropologique, à un niveau micro) à celui beaucoup plus large des paysages sociétaux façonnés par des régimes socio-techniques. Si l'analyse de ces auteurs reste centrée sur les mutations technologiques, elle m'aide à penser la notion plus globale de transition. L'approche la plus adéquate pour ce faire est celle des transitions socio-techniques de Geels & Schot qui reprend en grande partie l'idée des régimes socio-techniques (Geels, 2002, 2011 ; Geels & Schot, 2007). Surtout, cette approche fait le choix de la complexité et pense une représentation multiple de la transition, celle-ci pouvant prendre différents chemins, sur différents niveaux et selon une temporalité changeante. Ces différents niveaux sont :

1. Le niveau des *innovations de niche* où des « innovations radicales »

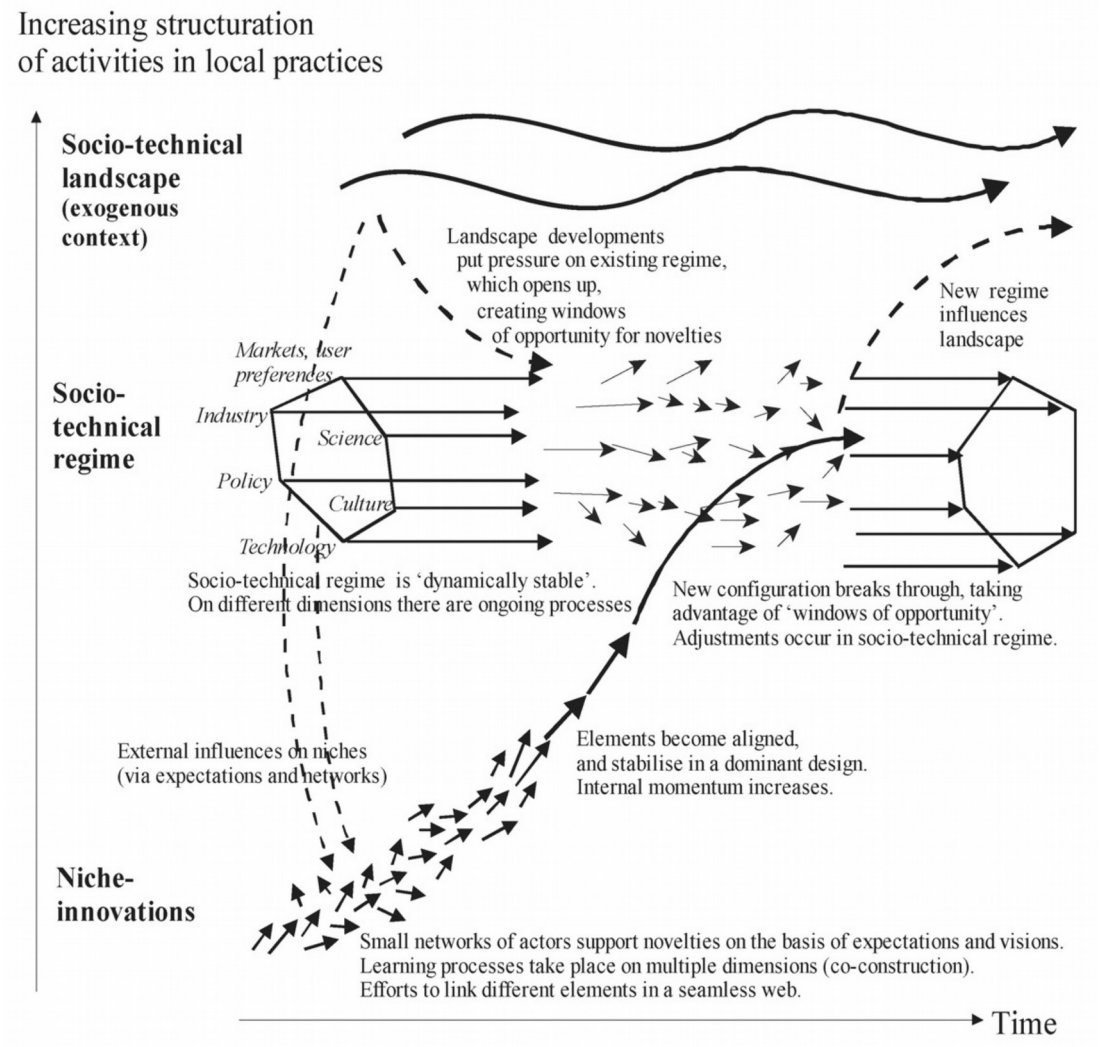
émergent (Geels & Schot, 2007, p. 400). Ces niches sont développées par des petits réseaux constitués d'acteurs qui expérimentent ou maintiennent une alternative existante contre la récupération ou l'éjection du régime dominant. Elles sont issues de configurations socio-techniques instables ou marginales. C'est dans ces niches que naissent de nouveaux paradigmes.

2. Le niveau du *régime socio-technique* qui fait référence à l'existence d'un système de routines partagées par un ensemble de groupes sociaux. Ces routines stabilisent l'évolution des technosciences au sein d'un modèle dominant partagé, incarné par des pratiques communes. Certaines innovations sont compatibles avec le régime et s'y intègrent sans le modifier. Les autres sont maintenues à la marge.

3. Le niveau du *paysage socio-technique* qui forme un « environnement exogène » (p. 400) plus lointain constitué de caractères culturels profonds, de dynamiques macro-économique et macro-politique dont les évolutions interviennent sur des échelles de dizaines d'années. Les ruptures et changements qui y interviennent impactent forcément les deux autres niveaux.

La figure présentée page suivante, modélisée par Geels & Shot, permet de visualiser ces niveaux et les phénomènes interactifs dont ils dépendent.

Figure 8. « Multi-level perspective on transitions (adapted from Geels, 2002, p. 1263) » (Geels & Shot, 2007, p. 401)



Partant de ces perspectives, les auteurs arguent que les transitions interviennent à la suite de la multiplication des interactions entre ces trois niveaux. Les innovations de niche créent parfois des événements socio-techniques, provoquant de courts processus de déstabilisation, d'apprentissage, de constitutions d'alliances entre des acteurs. Des changements interviennent plus progressivement au niveau du paysage global, créant de la pression sur le régime en place. La déstabilisation du régime ouvre des opportunités pour la stabilisation des innovations de niche qui s'intègrent alors au régime en le modifiant. Les transitions interviennent lorsque ces trois phénomènes sont convergents. Wiskerke (2004) utilise la métaphore des graines pour décrire les phénomènes de transition. La germination d'une graine est en effet rendue possible par un alignement particulier dans un environnement donné, et il en est de même pour sa reproduction, ou sa mutation. De la même manière, l'avènement d'une transition dépend d'un alignement de facteurs dans un contexte particulier. De surcroît, les chemins pris par une transition sont divers. Geels & Schot développent une typologie des chemins de transition qui combine deux critères : la temporalité des interactions entre les niveaux et la nature de ces interactions. La transition inter-

vient alors sous différentes formes :

1. la *reproduction* du processus, qui n'est pas vraiment une transition mais un auto-renforcement du régime en place ;
2. un chemin de *transformation*, quand la pression du paysage socio-technique est modérée et que les innovations ne sont pas assez développées, ce qui amène le régime à se réajuster en douceur sur une temporalité plus longue ;
3. un chemin de *désalignement-réalignement* qui désigne les situations où le paysage socio-technique change radicalement de direction mais que les innovations ne sont pas assez développées pour assurer une forme de continuité. Le régime socio-technique se réaligne alors ensuite, quand les alternatives se sont renforcées suffisamment pour être intégrées au régime ;
4. un chemin de *substitution* technologique pris quand la pression du paysage est forte et que les niches sont elles aussi assez fortes. Dans ce cas, un régime peut être immédiatement substitué à un autre ;
5. un chemin de *reconfiguration* où les innovations de niche sont utilisées pour résoudre des problèmes particuliers, locaux ou spécifiques à un élément de la structure du régime socio-technique.

Les auteurs précisent que ces structures de la transition, présentées comme des idéales-types plutôt que comme une typologie exhaustive, ne sont pas déterministes. Il n'y a en effet aucune garantie que la transition ait bien lieu à l'issue du processus, comme Wiskerke (2004) rappelle que la germination ou la mutation d'une graine ne s'effectue que lorsqu'un ensemble de conditions sont aléatoirement réunies.

Il est intéressant de discuter cette approche des transitions socio-techniques dans le cadre de la question agroécologique. Même si l'agriculture biologique n'est pas l'agroécologie, Lamine, Meynard, Perrot, & Bellon, 2009 esquissent une compréhension à un niveau très localisé des formes de transitions de l'agriculture conventionnelle vers l'agriculture biologique (transition « directe sans apprentissage antérieur », transition « directe mais préparée » et transition « progressive »). Les trajectoires de conversion des agriculteurs à l'agriculture biologique peuvent suivre deux directions paradigmatiques : une direction de *substitution* (des produits autorisés en conventionnel sont remplacés par des produits équivalents autorisés en bio) ou une direction de *reconception* (approche écologique qui remet à plat les fonctions d'un agroécosystème). Lamine (2011) interroge dans un second article les temporalités de ces trajectoires transitionnelles et le fait qu'il faut les penser dans le cadre global des systèmes alimentaires. Cela pose aussi la question de la gouvernance de ces processus, ce que Boulanger appelle la « gestion de la transiton » (2008). Dans le cas qui m'intéresse, celui de la transition agroécologique de l'agriculture française, je peux émettre l'hypothèse que la transition suit un chemin de *reconfiguration*, ce que j'identifiais auparavant de façon spontanée comme une *rénovation* du productivisme. Comme je l'ai montré, le régime socio-technique existant, celui du paradigme productiviste, reste en place mais vit un processus de réajustement. Le paysage socio-technique a considérablement évolué ces dernières années (malaise dans le monde agricole, prise de conscience de l'enjeu environnemental, demande sociale pour la réappropriation de l'alimentation, etc) et a créé un contexte favorable à une évolution des politiques agricoles. Le régime socio-tech-

nique était prêt à bouger après un changement de majorité politique en 2012 et des savoirs scientifiques de références disponibles, ainsi que des acteurs prêts à relayer la demande sociale et à l'opérationnaliser en prescriptions techniques. Les pratiques de niche, déjà plus (agriculture biologique édulcorée par la législation européenne, certains dispositifs de relocalisation) ou moins (agriculture biodynamique, permaculture, dispositifs de gouvernance producteur-consommateurs) intégrées, ont été en parties institutionnalisées, servant un réajustement technique des modes de production agricole intensifs. Ainsi, dans le régime socio-technique, la notion de service écosystémique est centrale mais est mise au service d'un gain de productivité supplémentaire, sans rupture de modèle au niveau de la logique globale de production et, surtout, de l'organisation du système alimentaire. Ceci-dit, cette réflexion sur la notion de transition me donne surtout les clés intellectuelles pour sortir du piège d'une caractérisation linéaire (par exemple uniquement chronologique). La transition agroécologique que nos sociétés vivent, même si elle n'est dans le cas français qu'une reconfiguration, est le produit d'un bouillonnement permanent, dynamique, évolutif, qui fait coexister sur différents plans des dynamiques parallèles, qui pourraient pourtant paraître déconnectées. D'une part, cette façon de penser la transition adopte une vision complexe, réussissant l'exploit de rendre intelligible un tel phénomène sans le caricaturer. D'autre part, elle n'est pas dogmatique : dans ce mouvement socio-technique extrêmement large qu'est une transition, l'action hors-cadre d'un paysan particulièrement inventif sur une micro-ferme, celle d'un élu aux politiques agricoles dans une collectivité locale, celle d'un agronome effectuant une méta-analyse des effets de telle ou telle pratique agricole ou celle d'une structure d'éducation à l'alimentation prennent place à différents endroits. Ces actions peuvent tout à fait ne pas être convergentes, voire s'opposer dans la définition de ce qu'est la juste agroécologie, mais elles restent profondément complémentaires. Et peut-être que, dans un alignement de facteurs contextuels, elles ont provoqué toutes ensemble un basculement de régime socio-technique, en tirant profit les unes des autres.

II. Des incertitudes socio-épistémiques de la transition agroécologique

> *Où il est question, encore, d'incertitudes, d'acteurs, d'avenirs, de choix, d'agriculture biologique, d'écosystèmes mal au point, et, même, de sulfate de cuivre.*

Les incertitudes de la transition agroécologique apparaissent tout au long de l'enquête. Le futur de l'agriculture reste indéterminé. Cet état ouvre le champ des perspectives selon Parmentier : « l'incertitude devient la règle dans le secteur agricole comme dans les autres, ni plus ni moins ; elle est pénible à vivre, surtout pour les paysans qui raisonnent à long terme, mais également source de nombreuses potentialités » (2009, p. 262). Brunel évoque elle aussi une « ère des incertitudes » (2009, p. 108) pour une agriculture se trouvant à la croisée des chemins en ce début de XXIe siècle. Pisani, lui, affirmait que « l'incertitude où nous sommes [porte] sur un point essentiel : le monde peut-il nourrir en suffisance 9 milliards d'êtres [...] ? » (2004, p. 111). Dans mon approche théorique, je le rappelle, je distingue cinq formes d'incertitudes socio-épistémiques des questions vives portant sur les technosciences :

1. l'incertitude épistémique ;
2. l'incertitude des effets des technosciences ;
3. l'incertitude des décisions à prendre ;
4. l'incertitude des acteurs impliqués ;
5. l'incertitude de l'incertitude (incertitude réflexive).

Afin de prolonger mon travail de contextualisation de la transition agroécologique, mais aussi dans une logique d'exemplification de ces formes d'incertitudes, je propose ensuite deux réflexions sur des travaux particulièrement révélateurs de la présence d'incertitudes. La première porte sur un rapport produit par l'INRA à propos de l'avenir de l'agriculture biologique. La deuxième porte sur deux études prospectives qui projettent les sociétés vers leur(s) avenir(s). Je préfère suivre ce chemin d'exemplification plutôt que de proposer une liste complète correspondant à ma typologie ouverte des incertitudes. À partir de ces exemples, lectrices et lecteurs seront libres d'imaginer et de structurer leur propre compréhension des indéterminations de la transition vers une agriculture soutenable.

a. Le cas du rapport de l'INRA sur l'agriculture biologique

Je l'ai très brièvement abordé dans mon enquête socio-épistémologique : sous certaines formes, notamment celle d'un mouvement social, l'agriculture biologique a pu être très proche des constats, des principes et des objectifs de l'agroécologie telle

que je la définis. Parfois leurs définitions et leurs représentations se confondent, s'entrecroisent ou partagent un trait commun. Aujourd'hui, dans la perspective institutionnelle mais aussi dans la représentation d'un bon nombre de consommateurs, l'agriculture biologique est surtout un label, certifiant par un cahier de charge technique un ensemble de pratiques agricoles. L'institutionnalisation de l'agriculture biologique et les débats autour de sa portée et de son échelle d'application sont assez convergents avec les débats autour de l'agroécologie. Le cas que je propose d'étudier ici pour caractériser des formes d'incertitude de la transition agricole me semble donc tout à fait pertinent, même s'il porte précisément sur l'agriculture biologique (dans sa définition agronomique).

En 2013, le Commissariat général à la stratégie et la prospective commande à l'INRA une série d'études intitulée « Vers des agricultures à haute performance ». Le premier volume, portant sur l'agriculture biologique, a été publié par l'INRA en octobre 2013. La polémique s'est tout de suite enflammée, d'abord en interne de l'institut national de recherche agronomique, avant d'être rapidement médiatisée. Le site d'information *Reporterre* a en effet publié quelques mois après la publication du dit rapport une lettre signée par soixante-trois chercheurs et enseignants-chercheurs, et adressée au président de l'INRA (Astier, 2014). Cette lettre demande purement et simplement le retrait de l'étude en question et dénonce ses « fortes limites analytiques et méthodologiques ».

> « Les recommandations [du rapport] portant sur l'agriculture biologique s'appuient manifestement sur les conclusions de revues de littérature rédigées par des auteurs qui prennent position sur des connaissances incomplètes, et sur des développements méthodologiques particulièrement problématiques et critiquables sur le plan de la démarche scientifique. Ainsi paradoxalement, tout en soulignant la faible quantité de données et de références disponibles sur l'AB, le rapport conclut souvent sur les performances de l'AB de manière beaucoup plus tranchée que ne devraient le permettre la littérature et les études mentionnées. »[119]

Ainsi, une des sources informationnelles utilisées dans les travaux de l'INRA est l'ouvrage de Rivière-Wekstein (2011), journaliste, promoteur de l'agriculteur intensive et directeur de publication d'une lettre d'information en ligne relayant des arguments climato-sceptiques. Une autre est l'ouvrage de Le Buanec (2012), également hostile à l'agriculture biologique. De nombreux avantages agronomiques, nutritionnels et sanitaires de l'agriculture biologique ne sont pas mentionnés dans le rapport. Par exemple, l'absence de traces de pesticides dans les aliments issus de l'agriculture biologique n'est absolument pas soulignée et son impact positif sur la santé des agriculteurs est à peine abordé, en une demie-page. En outre, une partie du rapport porte sur la compétitivité de l'agriculture biologique et relate une analyse quantitative de réponses apportées par des agriculteurs à un questionnaire. Insatisfaite de l'angle du questionnaire et des réponses proposées axées sur la simple perspective économique, la profession des agriculteurs biologiques a boycotté la consultation et a incité le milieu agricole à faire de même. Mais le rapport n'opère aucune critique réflexive et ne mentionne pas cet événement dans la présentation de ses résultats basés sur le questionnaire. Elle se félicite même d'une participation considérée comme importante (814 questionnaires exploités), sans donner aucun élément d'appréciation sur les questionnaires non-exploités ou d'éventuels retours des participants sur ces questionnaires.

[119] Cette lettre a été jointe à l'article sur le site internet de Reporterre et est toujours disponible en ligne : <https://reporterre.net/IMG/pdf/inra-demande_de_retrait_du_rapport_inra-lettre_v_0.pdf>.

Le fait que l'INRA publie un rapport conçu de telle façon, dans un contexte de vivacité sociale de la question agricole et avec la légitimité institutionnelle qui est la sienne, n'est pas anodin. Ce n'est pas tant le positionnement contre l'agriculture biologique qui est problématique, mais la posture de recherche des auteurs et la stratégie de diffusion du document. Parce qu'il est issu de l'institut national, ce rapport bénéficie en effet d'un vernis de "neutralité" et d'une présomption d'"objectivité" dans sa réception auprès de ses interlocuteurs, .

> « Ce rapport jouit de la légitimité scientifique de l'INRA, il sera repris et cité dans beaucoup de travaux scientifiques. Ce serait grave qu'il reste comme cela, sans débat au sein de la communauté des chercheurs. C'est pour cela qu'on demande de le retirer » (Astier, 2014).

Ce débat, en apparence de nature épistémologique, est éminemment social et politique : l'INRA est un établissement de recherche public, financé en partie par des fonds publics, et est, en matière agronomique, l'institution de référence pour de nombreux acteurs. Derrière les publications de l'INRA se joue donc un enjeu de diffusion scientifique, bien sûr, mais aussi de justesse épistémique et éthique dans la recherche de l'intérêt commun relatif aux politiques agricoles. C'est également pour cette raison que la polémique autour du rapport a débordé l'espace interne de la communauté des chercheurs agronomes.

Nous sommes là devant une forme d'incertitude trompeuse. À la lecture de ce qui est reproché au rapport, je ne pense pas que ce soit une incertitude épistémique qui soit vraiment génératrice du problème ici. Je définis l'incertitude épistémique comme le fait de savoir que nous ne savons pas (ce qui est différent de l'ignorance, état où nous ne savons pas que nous ne savons pas). L'incertitude épistémique de l'agriculture biologique pourrait alors porter par exemple sur les impacts de l'utilisation du cuivre (intrant autorisé sous forme ionique et diffusé par exemple en bouillie bordelaise, mélange de sulfate de cuivre et de chaux, sur les feuilles des pommes de terre ou de vignes pour lutter contre la maladie du mildiou) et les alternatives possibles. Cet axe de recherche a déjà été largement exploré mais sans trouver de solution aussi efficace que la pulvérisation de cuivre. Cependant, aucune étude ne s'est penchée sur des solutions de panachage des alternatives qui permettrait de réduire ou de remplacer son usage problématique. C'est d'ailleurs une demande des agriculteurs envers l'INRA, comme le rapporte Astier quand elle interroge la présidente de la Fédération Nationale de l'Agriculture Biologique : « on pousse pour qu'il y ait des recherches sur les alternatives au cuivre en viticulture, mais nous n'arrivons pas à obtenir un engagement de l'INRA sur le sujet ». Depuis 2014, il semble que cette revendication ait avancé, puisque l'INRA a lancé en 2018 un projet d'expérimentation des alternatives au cuivre sur la ferme d'Époisse dans le département de la Côte-d'Or[120]. Mais jusque là, nous sommes bien en présence d'une forte incertitude épistémique. Les acteurs de l'agriculture biologique savent qu'il y a un problème environnemental et sanitaire autour de la diffusion de sulfate de cuivre dans les cultures mais le savoir scientifique existant est limité dans sa compréhension du phénomène et dans la recherche d'innovations salvatrices. On sait donc qu'on ne sait pas ce qui pourrait être substitué à l'usage du cuivre. Ceci affirmé, dans le rapport de l'INRA nous ne sommes pas réellement en situation d'incertitude épistémique puisque les auteurs ignorent délibérément certaines études pourtant

[120] Plus d'informations sur ce domaine expérimental sont disponibles sur le site internet du centre de Dijon de l'INRA : <http://www.dijon.inra.fr/Plateformes-Dispositifs/Dispositifs-experimentaux/Domaine-experimental-d-Epoisses/(key)/0>.

tout à fait accessibles. Nous sommes davantage en situation d'incertitude sur les acteurs de la controverse : qui y a-t-il derrière l'étiquette INRA apposée sur l'étude ? Quel est le positionnement réel des auteurs derrière le vernis institutionnel et quels intérêts ont-ils à agir ainsi de façon sous-jacente en mobilisant délibérément de façon partielle les savoirs disponibles ? De quelle façon la fronde du milieu agronomique envers ce rapport a-t-elle reconfiguré les interactions entre les acteurs de la question ? Quelles conséquences l'épisode a-t-il eu sur la gouvernance de l'INRA ? Mais surtout, cette incertitude autour des acteurs va générer, par ricochets, de l'incertitude épistémique. Comment les prochains rapports de l'INRA sur l'agriculture biologique seront-ils reçus ? Ne seront-ils pas, à juste titre, disqualifiés dans leur capacité à relayer des savoirs intéressants à mobiliser dans l'espace de discussion de la controverse ? Et finalement, qui et que croire quand il s'agit de se positionner, de choisir, d'agir, qu'on soit consommateur, élu, agronome ou paysan ?

b. Comment appréhender l'avenir incertain des agroécosystèmes ?

Comment penser l'avenir de notre agriculture ? Arriverons-nous à nourrir X milliards d'être humains ? Comment, qui et où ? La vivacité de la question de la transition agroécologique tient beaucoup aux incertitudes pesant sur le futur des systèmes alimentaires. Une manière intéressante d'explorer ces incertitudes est d'utiliser l'outil de la prospective. La construction de scénarios a le mérite de rendre appréhendable ces indéterminations, en les identifiant, les soupesant, les discutant en fonction de facteurs distincts. Je me penche dans cette partie sur deux études prospectives qui ne portent pas strictement sur l'agroécologie mais explorent des dimensions liées : la première porte sur la territorialisation de l'agriculture et les caractères politiques qui influeront sur ses évolutions, la deuxième traite des orientations futures des écosystèmes en fonction des processus socio-techniques.

En 2002 a été publié un livre au titre évocateur : « L'agriculture à la recherche de ses futurs » Lacombe (2002). Il a été rédigé par un groupe d'agroéconomistes et de sociologues de la DATAR[121]. Le rapport explore les différents scénarios d'évolution possibles pour l'agriculture française. Cinq variables majeures des politiques agricoles ont été considérées par les auteurs du rapport pour construire leurs scénarios : la mondialisation de l'agriculture, les attentes de la société, le renouvellement des pratiques agricoles, la gestion des marchés et le rôle des organisations rurales. À partir de ces cinq variables, quatre grandes orientations potentielles pour l'évolution de l'agriculture française sont finalement identifiées :

1. Un scénario d'*adaptation* de la politique agricole commune où la production agricole continuerait à être massivement soutenue par les aides publiques nationales et européennes, contribuant au maintien d'une sorte de bulle agricole ;
2. Un scénario de *rupture libérale* où la puissance publique abandonnerait son

[121] « Créée en 1963, la Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR) est un service du Premier ministre [...]. Administration de mission à vocation interministérielle, la Datar prépare, impulse et coordonne les politiques d'aménagement du territoire menées par l'Etat. », < http://www.datar.gouv.fr/>.

rôle de régulation des activités agricoles, avec pour conséquence l'application d'un principe de libre-échange pour des marchés alimentaires débridés (scénario déjà en place en Amérique du Nord par exemple) ;

3. Un scénario donnant la priorité à la recherche de la *qualité* alimentaire et à la valeur ajoutée agricole où l'État et les institutions flécheraient leurs interventions sur la valorisation du terroir et la territorialisation des productions ;
4. Un scénario où l'agriculture serait considérée comme une activité de *service*, avec une moindre importance donnée à l'enjeu alimentaire au profit d'une vision davantage portée sur le développement rural, l'adaptation aux demandes sociales des territoires et par conséquent un principe de subsidiarité appliqué aux nouvelles politiques agricoles.

Les quatre scénarios n'adoptent pas les mêmes caractéristiques concernant les cinq facteurs et se placent sur des temps et des espaces différents, chacun développant sa propre dynamique.

Un autre rapport, sur une toute autre échelle, s'est intéressé à l'avenir des écosystèmes à l'horizon 2050. L'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire, ou Millenium Ecosystems Assesment dans sa version anglophone, est un rapport commandé en 2000 par Kofi Anan, alors secrétaire général de l'Organisation des Nations-Unies. Il a été publié cinq années plus tard suite à un processus de travail regroupant des centaines de scientifiques de différents pays et visait à proposer une compréhension globale de l'état des écosystèmes. Une partie du rapport est consacrée à l'établissement de scénarios d'évolution des écosystèmes, dans un contexte de déclin de la biodiversité et d'exploitation massive des services écosystémiques. Ces scénarios sont également au nombre de quatre (PNUE, 2005, p. 31).

1. Un scénario d'« *orchestration globale* » : dans ce scénario, la société serait devenue ultra-connectée et sa priorité politique se porterait sur la croissance des échanges au niveau mondial et la dérégulation des marchés (fléchissement ou disparition des barrières commerciales, réduction des aides publiques, etc). Une partie des richesses dégagées par la croissance économique serait fléchée vers la protection des écosystèmes, la lutte contre la pauvreté et l'accès à l'éducation. La croissance économique serait importante, tandis que la croissance démographique serait limitée par les effets bénéfiques du développement. On se situe là dans une forme de projection idéale, à mon sens totalement naïve, de développement durable. Les péripéties récentes (le rapport du PNUE étant daté de 2005) de la mobilisation internationale contre le dérèglement climatique montrent que, malgré une croissance économique globale ayant largement accru le PIB mondial depuis le début des années 2000, les États peinent toujours à se mettre d'accord ne serait-ce que sur l'approvisionnement partagé du Fonds vert pour le climat.
2. Un scénario d'« *ordre suivant la force* » : ce scénario projette une montée en puissance des aspirations protectionnistes et sécuritaires, avec un phénomène de repli des États sur eux-mêmes et une protection des écosystèmes très différenciée. Les marchés seraient verrouillés, laissant peu de considération aux biens communs globaux. Dans ce scénario, le taux de croissance économique est bas et la croissance démographique élevée.

3. Un scénario de « *mosaïque d'adaptation* » : dans ce scénario, le centre de l'activité politique et économique serait les écosystèmes appréhendés à partir de l'échelle des bassins versants régionaux. Les collectivités territoriales sont renforcées dans leur potentiel d'action et les politiques de protection des écosystèmes seraient adaptées aux contextes locaux, avec l'appui d'une société civile dynamique. Des dispositifs de diffusion et de circulation de compétences et de savoirs entre acteurs régionaux seraient créés. Dans un premier temps, la croissance économique serait faible, puis gagnerait en intensité, tandis que la croissance démographique serait forte.

4. Un scénario de « *techno-jardin* » : ce scénario anticipe une technologisation des échanges mondiaux et des politiques de protection de l'environnement. Celle-ci serait basée sur l'optimisation des services écosystémiques (pouvant passer par le payement monétaire des individus ou des organisations pour la mise en œuvre de certaines protections) et ferait coexister l'impératif de durabilité avec le développement des technosciences (censément mises au service de l'anticipation et de la substitution de problèmes écosystémiques plutôt que de la réparation, trop coûteuse). La croissance économique y serait forte et la croissance démographique modérée.

Le rapport détaille ensuite des facteurs qui ont servi à élaborer ces scénarios, avec une caractérisation de leur degré de certitude (« basse certitude », « certitude moyenne », « certitude élevée »). Par exemple, l'augmentation de la surface des cultures vivrières de 70 à 85 % ainsi que de la demande parallèle en eau de 30 à 85 % est qualifiée de certitude moyenne. La réduction de 10 à 15 % du nombre d'espèces végétales due à la perte d'habitats dans la période allant de 1970 à 2050 est quant à elle qualifiée de certitude faible, sans doute en raison de l'incertitude épistémique qui caractérise la compréhension de ce phénomène. Ce genre de qualification est intéressante parce qu'elle permet de relativiser les conclusions du rapport et d'ouvrir des espaces de discussion. Les conséquences identifiées par différents niveaux de certitude laissent entendre que leur future existence dépend de choix sur lesquels les sociétés ont prise. L'avenir des sociétés, écosystèmes compris, n'est pas prédit ou anticipé, il est exploré dans ses facteurs de changement. Ce type d'étude prospective, même s'il est largement critiquable sur sa méthode et ses postulats[122], a donc le mérite de structurer ces espaces d'indétermination.

Je rapporte ces scénarios à mon approche théorique car ce sont plusieurs formes d'incertitudes socio-épistémiques qui sont rendues visibles ici. Les choix politiques qui influenceront les trajectoires futures de l'agriculture ou de la préservation des écosystèmes sont soumis à l'incertitude des décisions. La doctrine institutionnelle va-t-elle continuer à se positionner en faveur d'un réajustement du productivisme agricole ?[123] Les limites biologiques des écosystèmes, le déclin de la biodiversité et le

[122] Elle s'appuie notamment sur une expertise scientifique dont la légitimité est fondée sur l'autorité et la maîtrise des savoirs scientifiques de référence ainsi que le statut d'une certaine catégorie de chercheurs. En outre, l'un des postulats du travail de scénarisation s'appuie sur l'idée que l'objectif de croissance économique, mesuré par des outils conventionnels comme le PIB, est par nature bénéfique. Le rapport se place donc plutôt du côté du développement des technosciences et d'un paradigme économique productiviste.

[123] À l'heure où j'écris ces lignes, la continuité des politiques agricoles impulsées par Le Foll reste encore suspendue aux décisions à venir du nouveau gouvernement (et du ministre de l'agriculture, Stéphane Travert) mis en place suite aux élections présidentielle et législatives de 2017.

dérèglement climatique – conséquences qui apparaissent de façon accélérée et accentuée par rapport à toutes les prévisions – vont-ils forcer des prises de décisions ? Vers quel régime socio-technique vont s'orienter ces décisions : vers un renforcement des technosciences, des biotechnologies agricoles et un usage massif de la géo-ingénierie pour intervenir sur le climat, ou vers un nouveau paradigme de résilience locale s'appuyant sur les forces sociales et la redéfinition des systèmes alimentaires ? Cette incertitude autour des décisions à prendre est liée à l'incertitude autour des acteurs impliqués dans la dynamique de ces décisions. Le mouvement social de l'agroécologie va-t-il réussir à peser en faveur d'une co-construction des politiques agricoles et alimentaires au sein des arènes socio-politiques ? La place de l'expert scientifique et du décideur politique providentiel va-t-elle au contraire se renforcer dans une société angoissée par le chaos qui s'annonce ? Le système agricole français va-t-il rester aussi centralisé et descendant où va-t-il laisser davantage de place aux acteurs régionaux et aux contextes locaux dans la définition des politiques agricoles ? Quel sera, dans ces transitions possibles, le rôle des enseignants, éducateurs, formateurs, et selon quel socle commun de valeurs ?

Voici donc un regard socio-épistémologique qui me permet de situer la question vive de la transition agroécologique. D'une part, ce travail de contextualisation se prolonge dans mon analyse des curricula de l'enseignement agricole et de l'éducation nationale liés à la question agroécologique, et de la visibilité que ces curricula laissent à la notion d'incertitude. D'autre part, la contextualisation de la question entre en dialogue avec les nombreux éléments discutés avec les enseignants-stagiaires à propos de questions vives localisées et situées, toutes liées de près ou de loin à la question de l'agroécologie. J'expose dans le chapitre suivant les résultats de mon enquête qui reviennent sur la tangibilité des incertitudes pour les enseignants que j'ai rencontrés, et sur la forte articulation entre les incertitudes caractérisées sur le plan socio-épistémique de la question et d'autres formes, professionnelles et personnelles, observées pendant l'enquête. L'appréhension des incertitudes de la transition agroécologique renvoie en effet à d'autres phénomènes (informationnels, épistémiques, sociaux…) qui m'amèneront, pour conclure mon travail, à des préconisations pour le développement d'une éducation aux incertitudes, notamment concernant la formation des professionnels de l'enseignement.

Bibliographie du chapitre 3

Allaire, G. (1988). Le modèle de développement agricole des années 1960. *Économie rurale*, *184*(1), 171-181.

Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture.* (2nd éd.). Westview Press.

Altieri, M. A. (2005). The Myth of Coexistence: Why Transgenic Crops Are Not Compatible With Agroecologically Based Systems of Production. *Bulletin of Science, Technology & Society*, *25*(4), 361-371.

Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, *38*(3), 587–612.

Arrignon, J. (1987). Agro-écologie des zones arides et sub-humides.

Assouline, G. (1989). L'évolution technologique de l'industrie des phytosanitaires : quelles interactions avec l'agriculture ? *Économie rurale*, *192*(1), 42-48.

Astier, M. (2014, février 17). Tempête à l'INRA autour d'un rapport sur l'agriculture biologique. *Reporterre, le quotidien de l'écologie*. Consulté à l'adresse https://reporterre.net/Tempete-a-l-INRA-autour-d-un-rapport-sur-l-agriculture-biologique

Bain, C., Bernard, J.-L., & Fougeroux, A. (2010). *Histoire de la protection des cultures de 1850 à nos jours*. France Agricole.

Bell, M., & Stassart, P. M. (2011). Towards pagan agroecology: special section on subjectiving the objective: participation , sustainability and agroecological research. *Journal of Rural Studies*, *27*(4).

Bellon, S., & Ollivier, G. (2012). L'agroécologie en France : l'institutionnalisation d'utopies. In *L'agroécologie en Argentine et en France. Regards croisés* (p. 55–90). L'Harmattan.

Bolis, A. (2013, avril 24). L'agroécologie est-elle l'avenir de l'agriculture française ? *Le Monde.fr*. Consulté à l'adresse http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/04/24/l-agroecologie-est-elle-l-avenir-de-l-agriculture-francaise_3152987_3244.html

Boulanger, P.-M. (2008). Une gouvernance du changement sociétal : le transition management. *La revue nouvelle*, *11*(1), 61–73.

Bourgeois, L., & Demotes-Mainard, M. (2000). Les cinquante ans qui ont changé l'agriculture française. *Économie rurale*, *255*(1), 14–20.

Bourguignon, C., & Bourguignon, L. (2008). *Le sol, la terre et les champs*. Sang de la Terre.

Brandenburg, A. (2012). Mouvement agroécologique au Brésil : trajectoire, contradictions et perspectives. *Natures Sciences Sociétés*, *16*(2), 142-147.

Brunel, S. (2009). *Nourrir le monde : Vaincre la faim*. Larousse.

Buttel, F. H. (2003). Envisioning the future development of farming in the USA: agroecology between extinction and multifunctionality. In *New directions in agroecology research and education* (p. 1–14). CRC Press.

Cancian, N. (2015). *Approche didactique d'une question socialement vive agronomique, la réduction de l'usage des pesticides, modélisation du raisonnement agro-écologique et socioéconomique d'élèves et d'étudiants :*

appuis et obstacles à l'enseigner à produire autrement (Thèse de doctorat). Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.
Caplat, J. (2014). *Changeons d'agriculture: réussir la transition*. Éditions Actes Sud.
Charvet, J.-P., Carré, F., Chaléard, J.-L., & Fumey, G. (2008). *Nourrir les hommes*. Éditions Sedes.
Cline, W. R. (2007). *Global warming and agriculture: Impact estimates by country*. Peterson Institute.
Conway, G. R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural systems*, *24*(2), 95–117.
Dalgaard, T., Hutchings, N. J., & Porter, J. R. (2003). Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *100*(1), 39-51.
David, C., Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., & Malézieux, É. (2011). Agroécologie. Consulté 22 janvier 2018, à l'adresse https://mots-agronomie.inra.fr/mots-agronomie.fr/index.php/Agro%C3%A9cologie
De Schutter, O. (2010). *Agroécologie et droit à l'alimentation* (Rapport du Rapporteur spécial sur le droit à l'alimentation). Conseil des droits de l'homme: ONU.
Delcourt, L. (2014). Agroécologie : enjeux et défis. *Alternatives Sud*, *21*(3), 7–34.
Doré, T., & Réchauchère, O. (2010). *La question agricole mondiale. Enjeux économiques, sociaux et environnementaux*. La documentation française.
Dupuy, R., & Le Blanc, A. (2001). Enjeux axiologiques et activités de personnalisation dans les transitions professionnelles. *Connexions*, *76*(2), 61.
Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., … others. (2003). Agroecology: the ecology of food systems. *Journal of sustainable agriculture*, *22*(3), 99–118.
Freibauer, A., Mathijs, E., Brunori, G., Damianova, Z., Faroult, E., Gomis, J. G., … Treyer, S. (2011). Sustainable food consumption and production in a ressource-constrained world. *The 3rd SCAR (European Commission – Standing Committee on Agricultural Research) Foresight Exercise*, (99).
Frère, N. (2017). *Les trajectoires de positionnements sur les différentes approches agroécologiques d'apprenants en formation agricole incluant un module d'agroécologie* (Thèse de doctorat). Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.
Garric, A. (2014, septembre 11). Pesticides, loups, forêts… que contient la loi d'avenir de l'agriculture ? *Le Monde.fr*. Consulté à l'adresse http://www.lemonde.fr/planete/article/2014/09/11/pesticides-loups-forets-5-points-de-la-loi-d-avenir-de-l-agriculture_4485787_3244.html
Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research policy*, *31*(8), 1257–1274.
Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental innovation and societal transitions*, *1*(1), 24–40.
Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research policy*, *36*(3), 399–417.
Ghali, M., Daniel, K., Colson, F., & Sorin, S. (2014). L'agriculture écologiquement intensive. Une approche économique. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, (341), 83-99.

Gliessman, S. R. (2006). *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. CRC Press.
Griffon, M. (2002). Révolution Verte, Révolution Doublement Verte Quelles technologies, institutions et recherche pour les agricultures de l'avenir? *Mondes en développement*, (1), 39–44.
Griffon, M. (2013). *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?* Éditions Quae.
Griffon, M., & Weber, J. (1996). La « Révolution doublement verte » : économie et institutions. *Cahiers Agricultures*, *5*(4), 239–242.
Guillou, M. (2013). *Le projet agroécologique : Vers des agricultures doublement performantes pour concilier compétitivité et respect de l'environnement. Propositions pour le ministre* (Rapport pour le Ministère de l'Agriculture). Agreenium, Inra.
Hénin, S. (1967). Les acquisitions techniques en production végétale et leur application. *Économie rurale*, *74*(1), 37-44.
Holt-Giménez, E. (2010). De la crise alimentaire à la souveraineté alimentaire, le défi des mouvements sociaux. *Alternatives Sud*, *17*, p37–56.
Jas, N. (2005). Déqualifier le paysan, introniser l'agronome, France 1840-1914. *Ecologie & politique*, *31*(2), 45.
Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology analysis & strategic management*, *10*(2), 175–198.
Klages, K. H. (1942). Ecological crop geography. *Soil Science*, *54*(1), 79.
Koohafkan, P., Altieri, M. A., & Gimenez, E. H. (2012). Green Agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *10*(1), 61-75.
Lacombe, P. (2002). *L'agriculture à la recherche de ses futurs*. La Tour d'Aigues: Éditions de l'Aube.
Lamine, C. (2011). Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign. Cases from organic farming and IPM. *Journal of Rural Studies*, *27*(2), 209-219.
Lamine, C., Meynard, J. M., Perrot, N., & Bellon, S. (2009). Analyse des formes de transition vers des agricultures plus écologiques : les cas de l'Agriculture Biologique et de la Protection Intégrée. *Innovations agronomiques*, *4*, 483–493.
Le Buanec, B. (2012). *Le tout bio est-il possible ? 90 clés pour comprendre l'agriculture biologique*. Éditions Quae.
Léger, F. (2012). *L'agroécologie comme nouveau paradigme ?* Cours de Master EDTS présenté à UE Approches disciplinaires, AgroParisTech.
Lejean, C. (2014). René Dumont revisité et les politiques agricoles africaines (Vol. 9, p. 96). Présenté à Colloque organisé des 50 ans de la parution de l'ouvrage L'Afrique noire est mal partie, de René Dumont, GRET.
Levidow, L., & Boschert, K. (2008). Coexistence or contradiction? GM crops versus alternative agricultures in Europe. *Geoforum*, *39*(1), 174-190.
McKenney, J. (2002). Artificial Fertility. The Environmental Costs of Industrial Fertilizers. In *The Fatal Harvest Reader: The Tragedy of Industrial Agriculture*. Island Press.

Organisation des Nations-Unis pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2007). *Conférence internationale sur l'agriculture biologique et la sécurité alimentaire*. Rome.

Parmentier, B. (2009). *Nourrir l'humanité. Les grands problèmes de l'agriculture mondiale au XXIe siècle*. La Découverte.

Pestre, D. (2003). *Science, argent et politique : un essai d'interprétation*. Éditions Quae.

Petersen, P. (2014). L'agroécologie comme dépassement du paradigme de la modernisation. *Agroécologie : enjeux et perspectives. Points de vue du Sud*, *21*, 87-106.

Pisani, E. (2004). *Un vieil homme et la terre : Neuf milliards d'être à nourrir*. Le Seuil.

PNUE, M. E. A. (2005). *Rapport de synthèse de l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire*.

Rabhi, P. (2002). *Du Sahara aux Cévennes : Itinéraire d'un homme au service de la Terre-Mère*. Albin Michel.

Rabhi, P., & Caplat, J. (2015). *L'Agroécologie, une éthique de vie*. Actes Sud.

Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. In *Human choice and climate change* (Vol. 2, p. 327–399).

Rivière-Wekstein, G. (2011). *Bio fausses promesses et vrai marketing*. Le Publieur.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th éd.). Simon and Schuster.

Saporta, I. (2013). *Le livre noir de l'agriculture*. Éditions 84.

Schaller, N. (2013). L'agroécologie : des définitions variées, des principes communs'. *Analyse, publication du Centre d'études et de prospective, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt*, (59).

Schaub, C. (2015, octobre 2). L'agro-écologie un concept en pleine croissance. *Libération*. Consulté à l'adresse http://www.liberation.fr/evenements-libe/2015/10/02/l-agro-ecologie-un-concept-en-pleine-croissance_1395911

Sebillotte, M. (1974). Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers de l'ORSTOM*, *24*, 3–25.

Simonneaux, L., & Cancian, N. (2013). Enseigner pour produire autrement : l'exemple de la réduction des pesticides. *Penser l'éducation*, *Hors-série*, 503-519.

Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Cancian, N. (2016). QSV Agro-environnementales et changements de société : Transition éducative pour une transition de société via la transition agroécologique. *DIRE - DIversité REcherches et terrains*, (8), 65-82.

Stassart, P. M., Baret, P., Grégoire, J.-C., Hance, T., Mormont, M., Reheul, D., … Vissser, M. (2012). L'agroécologie : Trajectoire et potentiel pour une transition vers des systèmes alimentaires durables. In *Agroéocologie, entre pratiques et sciences sociales* (Éducagri Éditions, p. 25-51).

Stoate, C., Boatman, N. D., Borralho, R. J., Carvalho, C. R., Snoo, G. R. de, & Eden, P. (2001). Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*, *63*(4), 337-365.

Tichit, M., Bellon, S., Deconchat, M., Agreil, C., Aviron, S., Barbier, J. M., … Meuret, M. (2010). *L'agroécologie en action* (AG 2010). Cap Esterel.

Vanloqueren, G., & Baret, P. V. (2009). How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy*, *38*(6), 971-983.

Venturini, T. (2007). Les trous noirs de la révolution verte. *Entropia*, *3*.
Vocabulaire de l'agriculture et de la pêche (liste de termes, expressions et définitions adoptés), Pub. L. No. 0190, CTNX1519163K 14508 (2015).
Warner, K. (2007). *Agroecology in action: Extending alternative agriculture through social networks*. MIT Press.
Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D., & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for sustainable development*, *29*(4), 503–515.
Wiskerke, J. S. C. (2004). *Seeds of Transition: Essays on Novelty Production, Niches and Regimes in Agriculture*. Uitgeverij Van Gorcum.

/ CHAPITRE 4 /

L'enquête de terrain. Compte-rendu, analyse, discussion

I. Incertitudes autour de l'enseignement de la transition agroécologique : une comparaison de référentiels de l'enseignement agricole et de l'éducation nationale

Où il est question de DGER/SDPFE/2015-470, de MENE1019701A, de JO, de BO, de SVT, d'EATDD, de STAV, de S, L et ES et, finalement, d'EA et d'EN.

a. Composition du corpus des référentiels

1. Principe de composition

Les documents qui composent le corpus ont été choisis pour leur pertinence vis-à-vis de la question socialement vive de la transition agroécologique. Ces référentiels traitent en effet de la question du lien entre les pratiques agronomiques et les enjeux écologiques, chacun à leur manière et en fonction des implications éducatives propres aux filières concernées. Dans le but de rendre possible le comparatisme entre les curricula de l'éducation nationale et de l'enseignement agricole et avec un souci de cohérence avec mon travail de terrain, j'ai limité les référentiels composant le corpus au niveau du secondaire supérieur. Pour ce qui concerne l'éducation nationale, je me suis intéressé uniquement aux instructions officielles concernant les classes de lycée d'enseignement général en Sciences de la Vie et de la Terre (SVT seconde, première ES, L, S, terminale S), les enseignantes avec qui j'ai discutées sur le terrain étant enseignantes de SVT. Côté enseignement agricole, les enseignantes provenaient de différentes disciplines, ma sélection s'est donc opérée sur les référentiels ayant un rapport avec la question de la transition agroécologique. Les filières concernées sont la filière générale et la filière technologique (notamment le baccalauréat STAV pour « Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant »). Ainsi, s'agissant du baccalauréat général, la comparaison est d'autant plus pertinente que le curriculum de la filière générale de l'enseignement agricole se réfère à celui de l'éducation nationale tout en ajoutant ou en reformulant des éléments spécifiques. Dans ce cas, par contraste apparaissent ostensiblement des différences qui caractérisent ce que j'appellerai des cultures éducatives.

En outre, deux documents sont bien différents des autres : ils détaillent, dans l'éducation nationale et dans l'enseignement agricole, les objectifs de « mobilisation de l'École pour les valeurs de la République ». J'ai choisi d'intégrer ces documents à mon corpus parce qu'ils reflètent aussi ces cultures éducatives et qu'ils abordent à

leur manière la notion d'esprit critique et de formation à la citoyenneté, ce qui concerne directement l'enseignement d'une question socialement vive.

2. Liste des documents analysés

Tableau 9. Le corpus des référentiels analysés

Niveaux et filières	**Éducation Nationale (EN)**	**Enseignement Agricole (EA)**
Secondes générale et technologique	- BO n°4 du 29 avril 2010 : « Programme de sciences de la vie et de la terre»	- document d'accompagnement du référentiel de formation : « Sciences de la Vie et de la Terre » - document d'accompagnement du référentiel de formation : « Écologie, Agronomie, Territoire et Développement Durable » (EATDD)
Premières générales ES et L	- BO n°9 du 30 septembre 2010 : « Programme de l'enseignement spécifique de sciences » - BO n°9 du 30 septembre 2010 : « Programme de sciences de la vie et de la terre »	Ø
Première générale S	- BO n°9 du 30 septembre 2010 : « Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de sciences de la vie et de la terre »	Ø
Terminale générale S	- BO n°9 du 30 septembre 2010 : « Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de sciences de la vie et de la terre »	- DGER/SDPFE/2015-470, « référentiel de formation des enseignements spécifiques et de l'enseignement de spécialité du cycle terminal de la série S spécialité "Écologie, agronomie et territoires" du baccalauréat général » - document d'accompagnement du référentiel de formation : enseignement spécifique et de spécialité « Écologie, agronomie et territoires » -document d'accompagnement du référentiel de formation : enseignement de spécialité « Écologie, agronomie et territoires »
Terminale technologique STAV	Ø	- document d'accompagnement du référentiel de formation : M7.2 « Gestion du vivant et des ressources »
Documents d'accompagnement transversaux	- Annonce des mesures du 22/01/2017, « Grande mobilisation de l'École pour les valeurs de la République »	- DGER/SDPFE/2015-741, « mobilisation de l'enseignement agricole pour les valeurs de la République, document d'orientation »

b. Méthode d'analyse du corpus des référentiels

1. Un travail de contextualisation livrant des premiers indices

L'enjeu de recherche, dans ce processus d'analyse des référentiels, est de contextualiser l'enseignement des questions vives liées à la problématique de la transition agroécologique. L'analyse des référentiels, ou de tout ce qui constitue un élément indicateur dans l'environnement professionnel des enseignants, permet de récolter des premiers indices. En 2007, alors que les aspects des référentiels promulguant l'enseignement de questions socio-scientifiques controversées se développent, Fortin notait qu'« en l'absence d'une histoire professionnelle des QSV en SVT, il est intéressant de noter la place du manuel, comme production professionnelle » (Fortin, 2007, pp. 189-190). Plus de dix ans plus tard, il n'est plus forcément question de parler, à son instar, de « nouveaux contenus » et « nouvelles compétences », les questions socialement vives faisant en effet partie du paysage curriculaire, surtout dans celui de l'enseignement agricole. Parmi ce paysage, j'ai choisi de me concentrer sur les référentiels officiels plutôt que les manuels, d'une part parce que l'objet de cette thèse n'est pas l'analyse curriculaire et qu'il a bien fallu choisir une cible d'analyse, d'autre part parce que je préférais dans cette perspective remonter directement à la source des prescriptions. Alors, la manière dont les référentiels institutionnels présentent les enjeux autour de l'éducation à la citoyenneté et au développement durable, à l'esprit critique, à la contextualisation de la science, aux enjeux sciences-sociétés et à la thématique agroécologique restent extrêmement intéressants pour caractériser la prise en compte – ou la non prise en compte – des incertitudes socio-épistémiques dans les curricula. En effet, il se forge déjà dans l'écriture du cadre éducatif des ajustements pleins de significations.

2. Une caractérisation volontairement large autour des incertitudes socio-épistémiques

Ma lecture analytique du corpus s'est articulée autour d'un socle de visibilité des incertitudes socio-épistémiques : dans les sujets qui se rapportent aux savoirs et thématiques agroécologiques, le référentiel caractérise-t-il des formes d'indétermination et de quelle manière ? Plus précisément, afin de chercher à contextualiser de façon la plus complète possible, j'ai choisi d'interroger plusieurs dimensions de ces documents référentiels.

1. Le ***positionnement épistémologique*** du référentiel. Comment est caractérisée la science ? Comment sa nature est-elle présentée ? La représentation du processus de production du savoir peut prendre différente voies : une voie historique, affirmative, appuyant l'acquis stabilisé, stipulant l'existence du savoir scientifique et une voie constructiviste plus exploratoire proposant de reproduire le processus, par la mise en œuvre de la démarche d'investigation par exemple. Cette dimension épistémologique peut aussi se caractériser par l'affirmation d'un rôle de la science dans le référentiel : l'enseignement de ce savoir a-t-il une fonction autre que celle de l'alphabétisation scientifique

(fonctions sociale, culturelle, politique, éducative au sens large, etc.) ? En termes de périmètre des valeurs, s'agit-il d'un positionnement socio-épistémologique qui affirme la dimension axiologique de l'enseignement de la transition agroécologique de façon explicite ou d'un positionnement centré sur la seule dimension scientifique qui comporterait des valeurs implicites ? Quel est son positionnement par rapport aux autres savoirs enjeu et au fait que ces savoirs sont situés ?

2. Le ***niveau d'étanchéité disciplinaire*** du référentiel. Quelles sont les brèches et les clôtures disciplinaires opérées par le référentiel ? Où sont placées les jonctions et les séparations possibles avec d'autres contenus et d'autres méthodes identifiées comme une autre culture disciplinaire ? Y a-t-il une opérabilité de ces points de jonctions (précision d'un volume horaire, d'un mode d'évaluation, d'un cadre précis permettant de mettre en œuvre l'inter, la pluri ou l'interdisciplinarité) ? Enfin, quel en est l'objectif revendiqué ? Il pourrait s'agir, d'un point extrême à un autre, de la recherche de transmission d'un savoir spécialisé le plus complet possible pour former de futures experts ou de la construction d'une culture citoyenne pluraliste et critique.

3. La ***qualification langagière des incertitudes*** au sein du référentiel. Dans mon cadre théorique, j'identifie d'un point de vue socio-critique "idéal" des formes d'indétermination en utilisant volontairement des termes définis progressivement ("incertitude", "incertain", "indétermination" sont les principaux). Est-ce que ces termes apparaissent explicitement ? Si le sens des notions évoquées dans le référentiel s'en rapproche, quels sont alors les termes choisis, notamment ceux que je différencie dans mon approche théorique ("risque", "doute"...) ? Comment sont utilisés ces mots dans un ensemble de sens, dans quel but et dans quel contexte ? Enfin, je considère que d'autres éléments comme l'utilisation d'un pluriel ou l'utilisation du conditionnel sont des indices me permettant de détecter dans l'écriture le rapport à la certitude et à la "vérité scientifique" : y a-t-il plusieurs possibilités, plusieurs solutions possibles face à une question donnée (utilisation du pluriel) ? Dans l'affirmation d'une réponse, utilise-t-on une forme de relativisme qui indiquerait une précaution quant au statut certain d'une affirmation (utilisation du conditionnel) ? La manière dont est qualifié le facteur de provocation ou de visibilité des incertitudes est aussi un indice important : parle-t-on de polémique, de controverse, de dispute, pour ne reprendre qu'une partie de la classification de Chateauraynaud (2007, p. 139) ?

4. Le ***rapport à la complexité*** des questions traitées relatives à la transition agroécologique (par exemple, dans le référentiel de l'enseignement de SVT de la seconde générale, je concentre l'analyse de cet aspect sur la sous-partie du thème 2 intitulée « le sol : un patrimoine durable ?). Quelles sont les échelles de temps, de sociétés et d'espaces convoquées ? Sont-elles reliées ? Sont-elles présentées dans une perspective dynamique ? Par exemple, sur des controverses socio-scientifiques, une des formes d'incertitudes concerne les décisions à prendre dans le futur face à des problèmes imbriqués les uns dans les autres. Le référentiel propose-t-il, dans le traitement de ces controverses,

de simplement comprendre l'existant ou de se projeter dans cette complexité en autorisant un mouvement prospectif ? Enfin, pour continuer à parler de complexité, les enjeux identifiés se placent-ils davantage sur un pôle anthropocentrique ou sur un pôle écocentrique, en sachant qu'il existe de multiples positionnements possibles entre (Larrère, 2012; Larrère & Larrère, 1997)? Ces facettes du rapport à la complexité peuvent aussi se caractériser dans le traitement de la dimension politique de ces questions et, in fine, dans la façon dont les référentiels se proposent de traiter l'incertitude de la prise de décision pour répondre au problème soulevé.

L'exploration de ces quatre dimensions se matérialise dans le tableau d'analyse suivant. La visée est comparatiste, c'est-à-dire que pour chacune des dimensions, je cherche à identifier convergences et divergences entre les référentiels afin de mieux comprendre les cultures que constituent les deux systèmes éducatifs distincts de l'enseignement agricole et de l'éducation nationale. Je précise que les deux documents concernant l'École et les valeurs de la République ont été traités spécifiquement, sans l'usage de la grille.

Tableau 10. Analyse comparatiste du corpus[124]

Dimensions analytiques	***Éléments et indices relevables***
Positionnement épistémologique	- nature de la science - représentation de la production du savoir (aspect historique, aspect constructiviste) - finalités de l'usage ou du développement scientifique
Liens disciplinaires	- ouvertures/fermetures disciplinaires - opérabilités inter-multi-pluridisciplinaires - objectifs éducatifs de l'inter-multi-pluridisciplinarité
Le langage de l'incertitude	- termes explicites utilisés : incertitude/incertain/indétermination/indéterminé ? - autres termes dont le sens se rapproche : risque/doute/flou/… ? - quelle utilisation et dans quel contexte ? - utilisations du pluriel et du conditionnel - termes qualifiant la nature controversée : controverse/polémique/dispute ?
Rapport à la complexité	- échelle(s) temporelle(s) - échelles spatiales - échelles sociales - approche dynamique ? - enjeux éthiques identifiés

[124] Les éléments d'analyse présentés dans ce tableau et appliqués au corpus sont disponibles, référentiel par référentiel, en annexe 1.

c. Résultats de l'analyse des référentiels

1. Positionnement épistémologique

Sur le plan du positionnement épistémologique des référentiels, la comparaison entre les différents documents du corpus s'opère aisément : un socle commun est défini dans les préambules établis par le Ministère de l'Éducation Nationale, puis repris dans d'autres référentiels avec certaines nuances, ajouts ou précisions. Le socle commun adopte déjà une philosophie réaliste, puisque l'objectif est toujours de présenter le raisonnement scientifique – et son histoire – comme un moyen qui permet d'« expliquer le réel ». Le positionnement épistémologique transversal est celui d'une approche rationaliste, faisant clairement la distinction entre ce qui relèverait d'une objectivation scientifique et ce qui, implicitement, n'en relèverait pas. Le programme de SVT de seconde générale et technologique indique ainsi que la légitimité de la science serait basée sur « des connaissances considérées comme valides tant qu'elles résistent à l'épreuve des faits (naturels ou expérimentaux) et des modes de raisonnement propres aux sciences ». Dans ces prescriptions, le processus de production de savoir est présenté de deux façons, en lien avec les objectifs pédagogiques. D'un côté, le but est de « faire comprendre ce qu'est le savoir scientifique, son mode de construction et son évolution au cours de l'histoire des sciences ». Le savoir scientifique semble dans ce cas présenté comme un acquis qui ne peut que progresser ou reculer, faisant état d'« avancées » ou de « régressions ». Il n'y a aucune dimension qualitative ou de justesse sociale dans la représentation qui est donnée de l'histoire des sciences. Cet élément est renforcé par les objectifs de capacités et attitudes du socle commun du programme scientifique, repris dans la majorité des documents de mon corpus : il s'agit de « montrer de l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques » mais en aucun cas de juger de leur pertinence, même si la formation de « l'esprit critique » est affichée comme un autre objectif. En outre, la capacité à pouvoir « comprendre la nature provisoire, en devenir, du savoir scientifique » ouvre potentiellement un espace critique intéressant autour de la notion de vérité transitoire mais, dans la formulation, laisse penser que le savoir scientifique continuera intrinsèquement à progresser de façon linéaire et naturelle. Cette approche n'ouvre pas de grandes perspectives quant à la prise en compte des incertitudes socio-épistémiques. De l'autre côté est proposée la démarche d'investigation en tant qu'outil central, unique, universel d'appréhension du raisonnement scientifique (sans prise en compte d'une pluralité des régimes de scientificité, que les sciences soient historiques, expérimentales ou d'observation). Le référentiel commun du lycée précise que « pour que la démarche d'investigation soit un réel outil de formation, une vision qualitative plutôt que quantitative est préférable », ce qui rend optimiste sur une éventuelle exploration des incertitudes liée à la mise en place d'un protocole expérimental et, surtout, à son interprétation. Parmi les activités possibles de la démarche sont listées « réaliser et analyser les mesures » et « en estimer la précision », cette dernière pouvant ouvrir la voie à une activité autour des incertitudes de mesures, ce qui, en cohérence avec mon cadre théorique, serait le degré minimal (et réducteur) d'une éducation à l'incertitude.

Des nuances intéressantes sont apportées par deux autres documents du corpus.

D'abord, le document d'accompagnement du référentiel de SVT émis par l'inspection de l'enseignement agricole s'inscrit globalement dans le même positionnement, puisqu'il faut rappeler qu'il s'ajoute au référentiel commun de l'éducation nationale sans le remplacer. Toutefois, une phrase intéressante y précise qu'« il n'y a pas toujours des certitudes dans les sciences expérimentales, mais souvent seulement des possibilités de valider les explications proposées pour un phénomène naturel en l'étudiant dans des conditions parfaitement connues ». C'est là un fait inédit dans l'analyse de mon corpus (comme l'étude de la dimension « Le langage de l'incertitude » le montrera) dans le sens où cette formulation reconnaît *explicitement* l'impossibilité d'existence d'une certitude scientifique qui serait universelle ou "naturelle". Une incertitude épistémologique en quelque sorte. La mention des « conditions » de développement d'une explication scientifique permet également d'ouvrir la boîte noire des contextes de production des savoirs. Un autre élément additionnel intéressant est la précision faite par le référentiel d'enseignement spécifique de SVT des premières générales L & ES (EN) : « la science n'est pas faite de vérités intangibles, mais de questionnements, de recherches et de réponses qui évoluent et s'enrichissent avec le temps », phrase qui n'apparaît pas dans le programme d'enseignement spécifique de SVT de la première S. Est-ce dû à une différence de culture éducative interne entre des filières incorporant davantage de méthodes et de savoirs issus des sciences sociales et une filière focalisée sur les sciences expérimentales ? En tout cas, cette distance prise avec une sorte de dogmatisme scientifique où le savoir a valeur de pure vérité crée une brèche intéressante. Le référentiel se contredit cependant quelques lignes plus tard en considérant que la « pertinence scientifique » consiste à « distinguer le prouvé du probable ou de l'incertain » (j'y reviendrai).

Les autres référentiels n'apportent guère d'éléments supplémentaires ou de nuances par rapport à l'orientation épistémologique transversale. En somme, c'est une épistémologie à dominante rationaliste qui est défendue par les curricula parcourus. Dans l'ensemble, il y a de faibles ouvertures à une prise en compte des incertitudes qui apparaissent davantage dans les documents issus de l'enseignement agricole. Le référentiel de la série générale S (EN) est au contraire le plus fermé épistémologiquement. Ce positionnement épistémologique commun (avec, comme on vient de le voir, des nuances en son sein) ne me semble pas favorable à l'émergence d'une éducation aux incertitudes puisqu'il tend au contraire à renforcer l'idée que le progrès scientifique est une marche en avant, cumulative et progressive, vers une compréhension certaine du monde.

2. Liens disciplinaires

Sur le plan de l'analyse des liens disciplinaires, le corpus se divise en deux types de référentiels. Les uns mentionnent l'inter ou la multidisciplinarité comme un objectif sans réellement l'opérationnaliser (seconde générale et technologique EN et EA, premières L & ES EN), voire resserrent explicitement le cadre disciplinaire (première et terminale S EN). Les autres sont construits a priori sur une approche pluridisciplinaire qui n'existe qu'en enseignement agricole (seconde technologique EATDD, terminale S spécialité « Écologie, agronomie et territoires », terminale technologique STAV) et qui met en place toutes les conditions nécessaires à sa mise en œuvre, avec des complémentarités disciplinaires ouvrant potentiellement la voix à la

compréhension des incertitudes.

Il est bien indiqué dans le préambule commun (EN) que les SVT sont une « discipline d'ouverture », puisqu'elles peuvent se connecter à d'autres enseignements disciplinaires ainsi qu'à des enseignements transversaux (éducation aux médias et à l'information, éducation à la santé, éducation à l'environnement et au développement durable). Les liens disciplinaires sont cependant uniquement évoqués, avec les mathématiques, la géographie ou l'EPS, sans proposition de contenus ou de cadre pédagogique formel pour une éventuelle mise en œuvre. Il n'y a qu'avec l'Histoire des arts que des exemples sont abordés, comme « la représentation d'animaux ou végétaux actuels ou disparus ». La « convergence des disciplines » (premières L & ES EN) est donc bien recherchée mais très peu opérationnalisée. Dans le référentiel de première générale S (EN) s'opère a contrario un resserrement : il est précisé dans les limites de la thématique « pratiques alimentaires collectives et perspectives globales » qu'il ne s'agit pas « d'enseigner les choix qui doivent être faits, mais d'introduire les bases scientifiques nécessaires à une réflexion éclairée sur ces choix ». L'idée de ne pas enseigner un choix mais un processus d'exploration me semble certes positive, mais si l'on compare avec le document de l'enseignement agricole consacré aux SVT en seconde, celui-ci affirme « l'ouverture de la discipline sur les autres champs de connaissance, scientifiques ou non ». C'est donc bien la signification des « bases scientifiques » nécessaires à l'élaboration du choix qui peut être interrogée : s'agit-il de réduire l'enseignement de la question à des savoirs considérés comme valables par une forme d'autorité scientifique ? Pourquoi ne pas prendre en compte d'autres sources qui interviennent également dans la dynamique sociale de la controverse, ce qui aurait un intérêt éducatif certain ? En terminale S (EN), les prescriptions sont encore plus restrictives puisque les ponts disciplinaires sont principalement opérés avec d'autres champs des sciences expérimentales (physique-chimie) et les mathématiques. En outre, à propos du thème 2-B (« la plante domestiquée »), la limite évoquée indique qu'il n'est pas « dans les objectifs de l'enseignement scientifique de trancher, à lui seul, la controverse ». Encore une fois, ce principe ne me semble pas à rejeter. C'est davantage la manière dont la phrase est tournée qui m'amène à affirmer que cette prescription pourrait par exemple mettre à l'écart un débat autour de la pertinence socio-politique des OGM : le référentiel autoriserait un éventuel débat sur les méthodes scientifiques proprement dites (autour du génie génétique) tout en marquant une limite disciplinaire infranchissable avec d'autres considérations (économiques, environnementales, éthiques, etc.) qui ne peuvent pourtant pas être éludées de la question, au risque d'opérer un mouvement extrêmement réducteur desservant les objectifs éducatifs revendiqués. Bien sûr, cela s'explique et se comprend par le degré de spécialisation de la filière S dans ce genre de discipline. Mais le problème réside ailleurs que dans la spécialisation ou le volume du contenu enseigné : dans les formulations du référentiel, c'est bien une clôture de type rationaliste qui est opérée, laissant entendre que ce qui ne prend pas pied dans cette rationalité scientifique (incertitudes socio-épistémiques comprises) expliquant la réalité supposée du monde n'a pas lieu d'être exploré, cherché, analysé, critiqué ou utilisé au sein de l'École. Une question de légitimité curriculaire en somme.

Les référentiels de la seconde générale et technologique EATDD, de l'enseignement spécifique et de spécialité « Écologie, agronomies et territoires » de terminale S (EA) et de l'enseignement « Gestion du vivant et des ressources » de terminale technolo-

gique STAV (EA) sont quant à eux construits sur une approche pluridisciplinaire. Cela se matérialise à la fois dans les enjeux éducatifs où l'appréhension de la complexité des questions abordées est en ligne de mire et dans l'organisation concrète des thèmes et des temps d'enseignement. En terminale S spécialité « Écologie, agronomie et territoires » (EA) par exemple, le nombre d'heures d'enseignement de chaque discipline de la spécialité (biologie-écologie, sciences agronomiques, sciences économiques et de gestion, histoire-géographie et éducation socio-culturelle) est indiqué très précisément. La pluridisciplinarité est donc un socle sur lequel l'enseignement a été bâti, mêlant sciences expérimentales et sciences sociales. En terminale STAV (EA), l'attelage pluridisciplinaire est assez inédit puisqu'il mêle de façon équilibrée une composante "scientifique" majoritaire avec la philosophie. Le but affiché, dans ces trois cas, est d'explorer les dimensions constitutives des problèmes étudiés. D'une part, il y aurait les sciences expérimentales qui contribueraient « à construire, avec des arguments scientifiques et techniques, les notions ». De l'autre, les sciences sociales et la philosophie qui s'attacheraient « à dégager les enjeux socio-économiques, historiques et géographiques liés à la maîtrise des ressources et à leur préservation ».

Il y a donc une nette différence entre les prescriptions portant sur l'enseignement général (EN), basées sur une culture disciplinaire assez forte (elle-même basée sur une étanchéité épistémologique), et les prescriptions de certains enseignements des filières agricoles (EA), construits depuis le départ sur la pluridisciplinarité. Dans l'éducation nationale, des dispositifs interdisciplinaires existent, tels que les travaux personnels encadrés (TPE) ou l'accompagnement personnalisé (AP) et tendent à se développer. Cependant, ils sont cadrés comme des temps censés être transversaux et s'opérationnalisent en dehors des heures d'enseignement disciplinaire. Et surtout, ils restent marginaux et ne travaillent pour l'essentiel que le voisinage des sciences dites "dures" (sciences de l'ingénieur, mathématiques, etc). En enseignement agricole, comme je le constate, la complémentarité des savoirs issus de différentes disciplines (et donc de différents régimes épistémologiques) est directement intégrée à la prescription. Considérant les objectifs qui sont les miens, c'est bien cette seconde approche constituante de l'enseignement "scientifique" qui ouvre l'espace potentiel le plus large de compréhension des incertitudes.

3. Le langage de l'incertitude

Sauf exceptions notables, que je prendrai le temps d'évoquer, les mots que j'utilise d'un point de vue théorique idéal n'apparaissent jamais dans les documents de prescription. Plus largement, les mentions explicites d'une notion qui s'approcherait de la nature de l'indétermination sont inférieures à une dizaine, sur l'ensemble du corpus. Il n'y a guère plus de verbes au conditionnel ou d'accords au pluriel qui indiqueraient une prise en compte des possibles ou des probables au sein des thèmes enseignés. Un des résultats principaux de cette analyse est en effet le constat d'une *quasi-invisibilité des incertitudes socio-épistémiques* dans les curricula sélectionnés. Cette invisibilité traduit un potentiel d'exploration de ces incertitudes très faible, sauf pour le cas de la terminale STAV (EA).

Revenons pour commencer sur le programme de SVT des premières L & ES (EN). J'avais déjà relevé une phrase introductive à fort potentiel : « la science n'est pas

faite de vérités révélées intangibles, mais de questionnements, de recherches et de réponses qui évoluent et s'enrichissent avec le temps ». Si la science n'est pas faite de vérités, donc de certitude, et si son objet est au contraire l'interrogation, l'exploration et dans certains cas l'élaboration d'une réponse, cela revient à dire que l'identification de l'incertitude peut fonder une approche scientifique valable. Pourtant, juste après, le référentiel indique qu'un des objectifs éducatifs pour l'élève est de pouvoir « tirer des conclusions fondées sur des faits en ayant soin de sélectionner des données, d'en évaluer la pertinence scientifique (distinguer le prouvé du probable ou de l'incertain) et d'appréhender le caractère éventuellement incomplet des informations recueillies l'empêchant alors de conclure de manière certaine ». Ici, la « pertinence scientifique » est conditionnée au caractère certain du savoir mobilisé. En résumé, ce qui est de nature probable ou incertaine ne peut être considéré comme constitutif d'une information complète. Pourtant, la complétude d'un raisonnement n'est-elle pas plus élevée quand il identifie ses propres zones d'indétermination plutôt que de les camoufler ou de les réduire à des aspects techniques ? Et n'est-ce pas une compétence scientifique que de tenter d'identifier les incertitudes en présence, les facteurs qui les influencent et d'essayer d'y projeter des potentialités d'action, à l'instar de ce que fait le GIEC dans ses scénarios d'évolutions climatiques ? Pour moi, sur ce point, le référentiel opère donc une confusion et contredit sa propre assertion de départ sur l'importance du questionnement dans la science. Dans ma perspective, le fait de ne pas pouvoir « conclure de manière certaine » est compatible avec une approche rigoureuse et ne conditionne pas le qualificatif de scientifique (qui pose la question de l'objectif et de la méthode plutôt que de l'élaboration d'une réponse ou d'une solution). Mais le référentiel ne retient pas cette orientation et opère une coupure entre le domaine du certain (qui serait pertinent scientifiquement) et le domaine de l'incertain (qui serait générateur d'incomplétude).

Un autre élément déjà évoqué est la présence, dans le document d'accompagnement de l'éducation agricole concernant les SVT en classe de seconde, de cette phrase : « il n'y pas toujours des certitudes dans les sciences expérimentales, mais souvent des possibilités de valider les explications proposées pour un phénomène naturel en l'étudiant dans des conditions parfaitement connues ». Il y a là la reconnaissance d'une incertitude épistémologique sur la nature des savoirs prescrits, ce qui se révèle fort intéressant. Cette considération n'est toutefois pas réutilisée ou traduite sous d'autres formes dans le reste du référentiel (alors qu'il aurait notamment pu aider à comprendre des variations de contexte, avec une distinction entre des variables de laboratoire et des variables considérées, dans cette perspective rationaliste, comme "naturelles").

Mais le document le plus riche dans cette perspective est celui accompagnant le module 7.2 « Gestion du vivant et des ressources » de la terminale technologique STAV (EA). Les termes "incertitude" ou "incertain" n'y apparaissent pas mais d'autres indices peuvent être repérés. Constituant majeur, la prospective est convoquée à plusieurs reprises comme un levier pédagogique permettant de se projeter dans des futurs et d'envisager des réponses possibles. Il s'agit d'une « prospective sur ce que l'on doit faire, peut faire et comment ». Cette projection dans le domaine de l'indétermination est encore renforcée quand elle est adossée au principe de responsabilité (mentionné avec la référence de Hans Jonas) qui redessine les rapports entre risques et incertitudes dans la théorisation de la responsabilité des sociétés

humaines contemporaines par rapport aux générations à venir. Dans les études de cas, qui consistent à explorer des questions agro-environnementales, un des buts éducatifs est d' « évoquer les leviers d'action, les solutions envisagées ou mises en œuvre et les remédiations par les différents acteurs ainsi que les résultats éventuellement espérés ou obtenus ». Le pluriel de « solutions », le qualificatif « envisagées » ou l'adverbe « éventuellement », entre autres, laissent entendre que ces réponses n'ont pas de prétention à une certitude à visée objectiviste. Elles sont bien des possibilités relatives. J'irai plus loin en affirmant que ce référentiel cherche même la controverse et ses incertitudes. C'est ainsi le seul référentiel qui parle explicitement de « questions socialement vives , leur donnant le statut de vecteurs et de supports pédagogiques. L'objectif explicite est ainsi de « faire émerger des prises de position contradictoires » et d'aider les élèves à « mettre leurs propres représentations ou hypothèses à l'épreuve ». Il consiste même parfois à organiser une véritable *plongée dans l'incertain* en s'appuyant sur « les visions et les enseignements de la science-fiction tant dans le cinéma que dans la littérature pour questionner les possibles et interroger les utopies post-humaines ». On n'est pas très loin, dans ce cas, d'une éducation à l'incertitude, même si le référentiel le formule autrement. Enfin, la forme interrogative est largement utilisée tout au long du document, à la manière philosophique. Cette forme de langage laisse entendre, implicitement, que la fécondité du questionnement est plus importante que l'apport d'une réponse fixe et unique, quitte à rendre visible l'indétermination.

Ainsi, outre de faibles indices relevables ici ou là dans certains référentiels, il existe une différenciation très claire entre le référentiel de STAV (EA) et tous les autres référentiels que j'ai parcourus. Ce référentiel me paraît donc très innovant au regard de la quasi-insivibilité des incertitudes qui prévaut dans l'ensemble des prescriptions.

4. Rapport à la complexité

Vis-à-vis de la dimension du rapport à la complexité, il m'est difficile de caractériser des grandes tendances au sein du corpus. Une chose est sûre cependant : de manière générale, les référentiels se projettent peu dans une dynamique temporelle permettant de prendre en compte des futurs possibles et les incertitudes qu'ils renvoient en écho au temps présent. En outre, les échelles spatiales sont diverses dans les filières de l'éducation nationale – mais suivent une logique uniquement biologique (molécule, organisme, écosystème…) – et dans les prescriptions de l'enseignement agricole – avec dans ce cas une prise en compte des différents niveaux du territoire. Les enjeux éthiques sont quant à eux majoritairement de deux types : anthropocentriques car tournés vers l'objectif de développement continu des sociétés humaines ou d'augmentation de la production agricole, ou écocentriques car orientés vers une préservation des espèces et de l'équilibre des milieux écosystémiques. Dans l'ensemble de ces considérations, un seul référentiel fait encore une fois exception, celui de la terminale STAV (EA). La notion de dynamique temporelle y est très forte, du fait de la recommandation d'usage de la prospective : « montrer comment ces technologies ont ou auront des implications profondes sur les rapports entre l'homme et la nature et sur l'homme lui-même ». Les échelles spatiales et sociales y sont également interrogées de manière riche puisque la question du niveau pertinent d'intervention des acteurs (élèves compris) est un des sujets explicites de l'enseigne-

ment. La présence de l'approche philosophique dans le montage pluridisciplinaire de l'enseignement amène en outre un traitement éthique pluriel où les objectifs de transformation sociale et éducative peuvent trouver différentes justifications.

5. Documents portant sur la « mobilisation de l'École pour les valeurs de la République »

Document de présentation des mesures (Ministère de l'Éducation Nationale)

Le document liste des objectifs et des moyens opérationnels classés en « mesures ». Le constat opéré en début de document jette le trouble : il parle d'une « perte de repères » et d'un « relativisme ambiant ». On ne sait si le propos fait référence à un relativisme philosophique et politique ou à un relativisme épistémologique. Je considère toutefois que cette direction donnée par les mesures contre une forme de relativisme pourrait être interprétée et opérationnalisée comme un resserrement des missions de l'École autour de l'usage d'une certaine « autorité des maîtres » et de la transmission de « connaissances » qualifiées de vérités certaines. Cela irait à l'encontre d'un enseignement scientifique prenant en compte les incertitudes socio-épistémiques des questions contemporaines. Dans le même temps, le document définit la seconde mission de l'École comme le fait d'être un « creuset de la citoyenneté ». C'est sur ce volet là que les prescriptions ouvrent le plus de possibilités pour ma perspective d'analyse. Elles parlent ainsi de développer une « culture de la presse et de la liberté d'expression » et une « culture de l'engagement », dans le cadre de l'éducation aux médias et à l'information ainsi que de l'éducation à la citoyenneté. L'élève devrait dans ce cadre apprendre « à lire et décrypter l'information et l'image, à aiguiser [son] esprit critique et se forger une opinion, compétences essentielles pour exercer une citoyenneté éclairée et responsable en démocratie ». Le document précise que dans l'enseignement agricole, c'est la discipline de l'éducation socio-culturelle qui est particulièrement concernée par ce but. Le problème, outre cette précision concernant les filières agricoles, c'est que ces enjeux éducatifs sont très peu opérationnalisés. Enseignements censés être transversaux aux enseignements disciplinaires, ils pourraient aller dans le sens d'une approche critique et prospective des questions socialement vives intégrant la compréhension des incertitudes, bien qu'ils ne l'affichent jamais explicitement. Mais le contexte général moins favorable, avec une certaine demande sociale pour un repli de l'École autour de la transmission de savoirs de référence et de pratiques autoritaires, renvoie ces évolutions éducatives éventuelles à des opportunités de contexte, dépendantes de la liberté pédagogique de l'enseignant ou de la situation positive d'un établissement.

Document d'orientation de la « mobilisation de l'enseignement agricole pour les valeurs de la République »

Les deux objectifs d'éducation aux médias et d'éducation à la citoyenneté sont également repris mais ne sont pas opérationnalisés de la même manière que dans le document émis par le Ministère de l'Éducation Nationale. Le document d'orientation propose en effet de « favoriser les débats argumentés autour, par exemple, des questions socialement vives ». La justification est : « outre qu'elle facilite la compréhension de concepts et d'enjeux souvent complexes, la pratique du débat participe en effet de la socialisation démocratique en développant l'ouverture aux autres, l'esprit critique et le sens de l'intérêt général ». Dans le document du Ministère de

l'Éducation Nationale, la pratique du débat n'est pas du tout placée au cœur comme il l'est ici. Différence notable, l'agroécologie est aussi citée comme un vecteur thématique central : « l'agroécologie, porteuse de valeurs comme la solidarité intergénérationnelle et le respect de la nature, doit naturellement être considérée aussi comme vecteur essentiel d'apprentissage de la citoyenneté ». Une thématique entière, la numéro six, aborde même la question de « l'interdépendance homme/nature et la responsabilité environnementale » et entame un mouvement de projection vers le futur : « les crises environnementales, exacerbées par le changement climatique, et leurs impacts sur les populations engagent l'avenir de nos sociétés voire de l'humanité ». En outre, dans l'ensemble des documents, les objectifs d'éducation à la citoyenneté sont rattachés à des objectifs existants, qu'ils portent sur des enseignements transversaux ou des référentiels de diplômes. Globalement, du fait de l'interaction qui est tissée entre les « valeurs de la République » et des sujets comme l'agroécologie, le document d'accompagnement de l'enseignement agricole ouvre un potentiel bien plus grand quant à l'appréhension des incertitudes.

d. Visibilité des incertitudes et cultures éducatives différenciées

1. Trois pôles de visibilité des incertitudes

Si j'adopte un regard plus global sur l'ensemble du corpus et des dimensions d'analyse que j'ai estimées pertinentes, la comparaison entre éducation nationale et enseignement agricole a du sens puisqu'elle met en exergue des différences qui ne sont évidemment pas systématiques, mais caractéristiques. Le corpus peut ainsi être divisé en trois pôles de potentialités d'exploration des incertitudes :

1. ***Un pôle d'invisibilité des incertitudes*** où ce qui relève de l'incertain est placé en dehors du champ qui doit être exploré par l'enseignement. Le savoir scientifique est présenté comme une forme de vérité qui, par nature et du fait de la rationalité de sa démarche de production, l'exclut. Des ponts disciplinaires peuvent être construits, sans qu'on sache véritablement comment les construire, pour éclairer d'une façon différente les problèmes posés. Mais l'enseignement disciplinaire en lui-même n'a pas pour objet d'interroger les temps à venir, les décisions pouvant être prises par différents acteurs, ou les incertitudes constitutives de l'évolution scientifique et technique. La potentialité d'exploration des incertitudes socio-épistémiques y est par conséquent très faible. [Seconde générale EN, première et terminale générales S EN]
2. ***Un pôle d'esquisse des incertitudes*** où quelques traits dessinent de manière furtive des indéterminations. Ces potentialités se placent soit sur le plan épistémologique (il y a une forme d'incertain dans la science), soit sur le plan de la formulation des thématiques (il y a de la complexité dans le problème) ou des enjeux d'enseignement (il y a une pluralité de justifications sociales et éducatives à cet enseignement). Ce pôle reste dans le giron d'un rationalisme similaire à celui du premier pôle et a donc tendance à clôturer de la même manière la distinction certain-incertain. Cependant, quitte à se contredire parfois eux-mêmes en leur sein, ces référentiels proposent des espaces de

questionnement qui ouvrent une potentialité certes faible, mais qui a le mérite d'exister. [Seconde générale et technologique EA, seconde EATDD EA, premières générales L & ES EN, terminale générale S « Écologie, agronomie et territoires » EA]

3. ***Un pôle d'éclairage des incertitudes*** faisant figure d'exception dans mon corpus et qui organise explicitement l'exploration des futurs possibles et de leurs indéterminations. La temporalité prise en compte dans l'étude des problèmes abordés y est volontairement large. La controverse, la contradiction, la mise en doute, l'interrogation sont recherchées et présentées comme des leviers pédagogiques plutôt que des obstacles. Les savoirs disciplinaires convoqués sont variés et leur pluralité constitue un des outils majeurs de l'enseignement. Dans ce cas, la potentialité d'exploration des incertitudes socio-épistémiques est forte et ouvre des perspectives inédites quand on les compare au reste des référentiels analysés. [terminale technologie STAV EA]

Ces trois pôles et les référentiels qui les constituent marquent une différence entre ceux qui proviennent de l'éducation nationale (majoritairement dans le pôle 1) et ceux de l'enseignement agricole (pôles 2 et 3). Je dois toutefois contextualiser cette analyse et le replacer dans la perspective globale de ma recherche.

2. Des cultures éducatives qui potentialisent l'exploration des incertitudes ?

Est-ce que ce résultat dénote une culture éducative différente entre éducation nationale et enseignement agricole ? Sans doute, mais il faut considérer le fait que les objectifs des deux systèmes ne sont pas les mêmes. Dans le socle commun de l'enseignement de SVT du lycée de l'éducation nationale, l'un des trois buts structurant identifiés est de « préparer les futures études supérieures de ceux qui poursuivront sur le chemin des sciences et, au-delà, les métiers auxquels il conduit ». De fait, le lycée général a une mission de transmission de savoirs scientifiques pour préparer une partie des élèves aux études supérieures universitaires et au degré de spécialisation qu'elles réclament. L'exigence de transmission de contenus de référence crée alors de l'inertie épistémologique, laissant peu de place à la compréhension des incertitudes. Cela reste problématique en soi, puisque les élèves se préparant à des études scientifiques méritent également, autant comme citoyens que comme futurs professionnels, d'être formés à l'appréhension des incertitudes. Dans ses référentiels, l'enseignement agricole minore cet objectif de préparation aux études supérieures. Il intègre également des parcours y menant mais garde une orientation importante, du fait de ses missions, vers des filières techniques à visée professionnalisante. Une des hypothèses que je peux émettre est que la cohabitation entre des pratiques professionnelles (agricoles) et des milieux de mise en œuvre incertains (agroécosystèmes) favorise une meilleure prescription de prise en compte des incertitudes dans les raisonnements sur la transition agroécologique. Cela peut sembler un paradoxe, pour des filières plus techniques, de conceptualiser l'incertain. Mais la pluridisciplinarité, le questionnement, la contextualisation sont dans l'enseignement agricole des outils éducatifs permettant de préparer le travail de terrain. La visée professionnalisante assumée favorise une approche pragmatique des controverses, plus proche de la complexité des objets dans l'expérience sociale vécue. Symétrique-

ment, la spécialisation des savoirs dans l'éducation nationale correspond à une simplification idéaliste en vue des études supérieures : maîtriser davantage de savoirs spécialisés passe par un appauvrissement des réflexions sur le statut social de ces savoirs. Dans l'enseignement agricole, cette culture éducative différente n'a pas toujours existé, notamment si l'on remonte vingt ou trente ans en arrière quand les travaux sur les controverses agro-environnementales – qui ne portaient pas encore le nom de questions socialement vives – étaient des innovations éducatives de niche. Mais les prescriptions de l'enseignement agricole suivent aussi les prescriptions des politiques agricoles et, on l'a vue dans la dynamique de la transition, les choses ont évolué. La transition agroécologique, dans ses habits institutionnels, a provoqué une reconfiguration du régime socio-technique, réajustant la méthode unique, productiviste et intensive héritée de la révolution verte. Ce contexte de prescription agroécologique par le Ministère de l'Agriculture a sans doute encore renforcé la différence d'approche avec l'éducation nationale. La contextualisation des incertitudes devient progressivement un objectif assumé dans certains référentiels (encore minoritaires). Le document présentant la rénovation du Brevet Professionnel Responsable d'Entreprise Agricole (BPREA)[125] indique ainsi que « l'approche agroécologique de l'agriculture consiste à appréhender la complexité des situations plutôt que de vouloir à tout prix réduire la diversité et les incertitudes afin de pouvoir appliquer des modèles simplificateurs ». Depuis mon positionnement, je peux donc affirmer que l'enseignement agricole et sa culture éducative, orientée vers la pluridisciplinarité et l'articulation entre actions et contextes incertains, a un temps d'avance. Certaines innovations éducatives qu'elle met en œuvre vont dans le sens d'une éducation à l'incertitude. Ce constat vaut particulièrement pour le référentiel du bac STAV (EA) dont j'ai déjà détaillé les potentialités. Même s'il ne conceptualise pas les incertitudes en tant que telles, et qu'il y a donc de fortes avancées éducatives potentielles, ce référentiel prescrit une exploration des possibles, via différentes formes de savoir, et sur des échelles spatio-temporelles variées et contextualisées. Il intègre également la notion de question socialement vive et ses visées éducatives. Dans la continuité d'une certaine "tradition" d'innovation, l'enseignement agricole peut par ce biais continuer à contribuer à l'éducation de demain, en intégrant de façon positive la compréhension des incertitudes socio-épistémiques dans le champ de l'enseignement scientifique.

L'analyse menée ne porte que sur le corpus, par définition partiel, que j'ai pu parcourir. Il dénote pourtant un contexte d'enseignement de l'agroécologie influencé par les cultures éducatives différenciées de l'éducation nationale et de l'enseignement agricole, en lien avec leurs ancrages sociaux respectifs. Reste à savoir comment ces injonctions curriculaires sont saisies, contredites ou négociées par les acteurs de terrain.

[125] Document non intégré à mon corpus car il n'a pas d'équivalent en éducation nationale, son analyse étant peu pertinente dans ma visée comparatiste.

II. Explicitation des contextes de formation

Où il est question d'expérience, de récursivité, de dispositifs pédagogiques, d'actants, de réseaux, de disciplines, de modules, et, même, d'une célèbre école parisienne.

Dans la partie suivante, je développe des éléments permettant de comprendre l'orientation des formations pendant lesquels j'ai enquêté. La première section décrit la démarche d'enquête sur des questions socio-scientifiques, approche commune aux formateurs de l'ENSFEA et de l'ESPÉ de Montpellier. La seconde détaille l'idée et la méthode de la cartographie de controverse dont l'usage a été plus appuyé dans la formation de l'ESPÉ de Montpellier. La troisième revient sur le concept de pluridisciplinarité/interdisciplinarité dans l'enseignement agricole. Ces éléments sont précisés ici, et non pas dans les autres chapitres, parce que je considère qu'ils font partie du compte-rendu de mon enquête. Au même titre que le travail précédent portant sur les référentiels des systèmes éducatifs, ils me permettent de mieux contextualiser mes terrains d'enquête et de proposer une meilleure compréhension des résultats que je présente ensuite.

a. La démarche d'enquête

La démarche d'enquête est l'approche commune élaborée par notre équipe de chercheurs et de formateurs et utilisée comme outil lors des formations à l'enseignement des questions socialement vives, que ce soit à l'ENSFEA ou à l'ESPÉ de Montpellier. Elle a été conçue comme un processus d'exploration des questions vives et peut être appréhendée à différents niveaux :

1. elle peut être une manière pour une chercheuse de contextualiser une question vive (à la façon d'une enquête socio-épistémologique, telle que je l'ai fait pour la transition agroécologique) ;
2. elle peut aussi être utilisée par une enseignante, en amont du cours durant la phase de préparation, pour également contextualiser une question qui sera abordée en classe sans que la totalité de l'enquête ne serve forcément à l'enseignement ;
3. elle peut enfin être mobilisée comme une démarche d'apprentissage au sein de la classe, utilisable par les élèves.

Le terme "enquête" n'a pas été choisi au hasard. Notre équipe a choisi de nommer cette démarche ainsi pour éviter une confusion avec la démarche d'investigation utilisée en enseignement des sciences expérimentales et qui occupe une place importante dans ses référentiels depuis une dizaine d'années (Boilevin, 2013b). La démarche d'investigation s'appuie également sur des fondements constructivistes (Bächtold, 2012) pour organiser des tâches expérimentales et interactives permettant l'apprentissage de savoirs scientifiques. Les élèves interagissent dans la validation

mutuelle de leurs productions et dans les échanges autour de la formulation d'hypothèses préalables, de la nature des protocoles développés et de l'interprétation des résultats (Boilevin, 2013a). Ceci-dit, la définition de la démarche d'investigation scientifique reste soumise à différentes variations, notamment concernant sa mise en œuvre entre les murs de la classe (Cariou, 2015). La démarche d'enquête sur les questions vives s'en distingue, du fait de ses objectifs éducatifs et de la nature des questions sur lesquelles porte l'enquête.

Comme pour la démarche d'investigation, une des références centrales de la démarche d'enquête est la notion d'expérience dans la philosophie de Dewey (1953) : « l'enquête y est aussi appréhendée comme une expérience vécue par les étudiants, dans le sens où il s'agit d'une exploration d'un environnement social constamment en évolution » (J. Simonneaux et al., 2017, p. 147). L'expérience est bien appréhendée comme une notion profondément constructiviste et replacée dans une vision plus large des interactions sciences-sociétés. L'éducation y tient une place majeure, vectrice d'émancipation, moyen de former des communautés d'acteurs qui explorent et agissent en s'appuyant sur des savoirs de divers types.

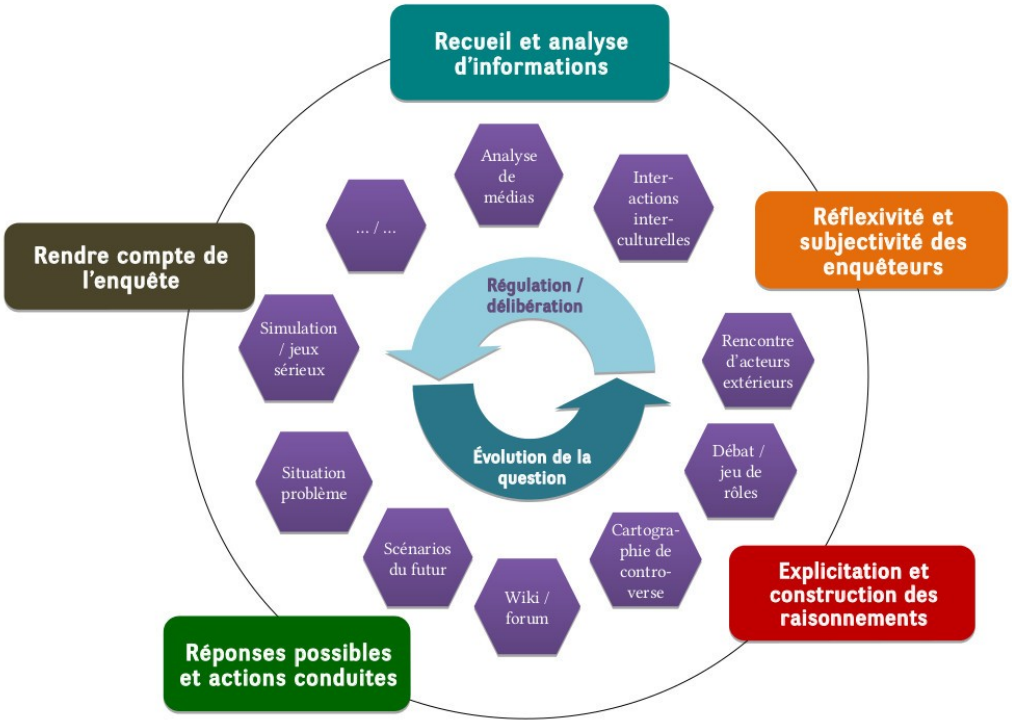
> « Même dans les sciences, l'idée de co-construction, de continuité ou d'interférence entre les formes de savoirs a fini par s'imposer, au moins dans les discours, allant parfois jusqu'à modifier durablement les conditions de production des expertises, devenues « collectives », « plurielles », « dialogiques » ou « citoyennes » – ce qui fait bien sûr écho à la capacité d'agir de la communauté d'enquête liée à la formation des publics selon John Dewey. » (Chateauraynaud, 2015).

D'un point de vue éducatif, le processus de la démarche d'enquête est plus important que son éventuel aboutissement (il n'est en effet pas dit que les enquêtrices, enseignantes, chercheuses ou élèves, réussissent à dégager des solutions potentielles au problème abordé par l'enquête).

> « La démarche d'enquête que nous souhaitons promouvoir n'a pas pour objectif d'identifier UNE solution, c'est le processus d'enquête lui-même qui est un objectif d'apprentissage, analysant les controverses, leurs interconnexions, les liens et oppositions entre les acteurs, les réseaux d'emprise. Autrement dit, l'important dans la démarche d'enquête est surtout l'expérience vécue de la conduite de l'enquête pour développer compétences et savoirs, tout en s'interrogeant sur les rapports de légitimité entre différents types de savoirs mobilisés (scientifiques, professionnels, sociaux…). » (Simonneaux et al., 2017, pp. 147-148)

La figure suivante synthétise l'approche par la démarche d'enquête socio-scientifique en représentant ses phases et ses dispositifs. Il est important de noter que la démarche n'est pas linéaire (les phases ne sont pas des étapes chronologiques et peuvent être suivies de façon incomplète et récursive), ce qui constitue une des différences avec la démarche d'investigation.

Figure 9. La démarche d'enquête socio-scientifique



Au centre de la démarche se trouvent la formulation de la problématique, de « la question » ainsi que son actualisation qui s'effectue en interaction avec les éventuels autres acteurs de l'enquête. Autour gravitent un certain nombre de dispositif pédagogiques, c'est-à-dire des outils qui peuvent être mobilisés dans l'exploration et dont certains restent à définir ou même à inventer. Sur le cercle extérieur, enfin, sont représentés les cinq phases de la démarche d'enquête. Ces phases sont constituées des éléments suivants (non-exhaustifs).

Tableau 11. Les éléments constitutifs des phases de la démarche d'enquête socio-scientifique (Simonneaux et al., 2017)

Phases de la démarche	***Éléments constitutifs***
Recueil et analyse d'informations	- Nature des données : scientifiques, syndicales, juridiques, etc ; - Nature des sources : enquête de proximité, interview d'expert, médias, Web, discours d'acteurs ; - Acteurs impliqués : visibles ou cachés ; - Nature des arguments : scientifique, axiologique, économique, politique, etc ; - Critique des informations : fiabilité, redondance, pertinence… ou opposition.
Réflexivité et subjectivité des enquêteurs	- Réflexivité ou subjectivité individuelle professionnelle ; - Distance des enquêteurs par rapport au(x) problème(s) et aux acteurs.
Explicitation et construction des raisonnements	- Mise en relation des données et des actants ; - Explicitation des raisonnements socio-scientifiques (O. Morin & Simonneaux, 2010); - Identification des nœuds de controverse, des nœuds interdisciplinaires, des noyaux conceptuels, des îlots de

	rationalité (Fourez, 1997) ; - Construction, mobilisation d'un/de modèle(s) ; - Identification des incertitudes, des risques, etc.
Réponses possibles et actions conduites	Proposition d'actions possibles : politiques et citoyennes, scientifiques, professionnelles, locales (dans le territoire, dans le lycée, etc) ou globales.
Rendre compte de l'enquête et de ses conclusions provisoires	Rendre publique la démarche, la (les) solution(s), les positions, les arguments, les actions possibles, la problématisation et son évolution, les modes d'organisation du travail, les temps de régulation, les supports de travail, les dysfonctionnements, etc.

La démarche d'enquête a été présentée au début de chacune des formations durant lesquelles j'ai enquêté. Les stagiaires se sont ensuite appropriés cette approche pour travailler sur leurs propres problématiques (détaillées dans la partie suivante dans la classification des données) et construire un scénario pédagogique proposant de mettre en œuvre la démarche en situation d'apprentissage. Dans notre première publication concernant la démarche d'enquête (Jean Simonneaux et al., 2017), nous avons analysé certaines caractéristiques de ces scénarios au regard des principes de la démarche d'enquête, et notamment de la notion de récursivité. Je ne reproduis pas ici ces résultats parce qu'ils ne sont pas articulés autour de l'enjeu de l'appréhension de l'incertitude, mais lectrices et lecteurs pourront y trouver des éléments supplémentaires de contextualisation d'une telle démarche.

b. Un dispositif de la démarche d'enquête : la cartographie de controverse

La méthode de la cartographie prend racine dans les courants d'études sociologiques des sciences (Latour, Woolgar, & Biezunski, 2006 ; Pestre, 2006), dont certains s'intéressent très tôt aux controverses (Rudwick, 1985). Dans l'observation de la science en train de se faire naissent des concepts qui vont ensuite organiser l'idée de la cartographie. Dans un article publié en 1986, Callon se penche notamment sur l'élaboration d'une étude scientifique sur la coquille Saint-Jacques en baie de Saint-Brieuc. Différents acteurs y sont approchés : des chercheurs d'un centre océanographique menant l'étude, leurs collègues, les marins-pêcheurs et la « *Pecten Maximus* » elle-même. Le sociologue décrit comment un système d'associations, d'alliances et d'enrôlements va se mettre en place entre les acteurs pour répondre à la question « comment les coquilles se fixent-elles ? » (Callon, 1986, p. 183) et servir un intérêt commun à tous : la pérennité de la présence de la coquille Saint-Jacques dans la baie. Lors d'un débat dans un centre de recherche à Brest, les chercheurs en océanographie présentent leurs résultats à des membres de leur communauté scientifique. Le constat de Callon est que « les marins comme les coquilles finissent par être représentés par trois chercheurs qui parlent et agissent en leur nom » (1986, p. 195), désignant les chercheurs comme des portes-parole. Dans cette étude, acteurs humains et non-humains comme processus scientifiques et processus sociaux sont placés sur le même plan, une idée qui sera ensuite progressivement étayée pour construire une sociologie de la traduction (Akrich, Callon, & Latour, 2006). Parmi les principes de cette sociologie, il y a trois éléments de base :

1. un *agnosticisme généralisé* qui présuppose la non-séparation des objets sociaux et des objets dits naturels dans l'étude et une prise en compte des erreurs, ajustements et incertitudes vécues des acteurs sans présupposés sociologiques ;
2. une *symétrie généralisée* impliquant l'usage de la même grille d'analyse « pour étudier les controverses sur la Nature et les controverses sur la Société » (Callon, 1986, p. 202) et l'usage du même vocabulaire notionnel pour en décrire les phénomènes. Quant à la qualification des acteurs, Callon affirme que « ces trois catégories d'acteurs sont aussi essentielles et déterminantes les unes que les autres » (p. 202) et justifie ainsi de placer acteurs humains et acteurs non-humains sur le même plan, selon la même symétrie ;
3. une *libre-association* dans le suivi des variations et fluctuations des alliances entre les acteurs, c'est-à-dire des processus d'association, de trahison, d'influence relatant l'évolution de leurs intéressements communs.

La sociologie de la traduction prendra aussi le nom de théorie de l'acteur-réseau, en fonction des publications et de leurs auteurs. Latour (2005) témoigne notamment de cette volonté de dépassement du partage entre environnements naturels et environnements techniques, allant de pair avec d'autres dissociations (humains/non-humains) qui nuisent selon lui à la compréhension de notre modernité.

> « La théorie de l'Acteur-Réseau statue que si nous voulons être un peu plus réalistes à propos des interactions sociales que les sociologues ''raisonnables'', alors nous devons accepter que la continuité de n'importe quel cours d'action consistera rarement en une connexion d'humain-à-humain (pour lesquelles les compétences sociales basiques seraient cependant compétentes) ou d'objet-à-objet, mais zigzaguerait probablement de l'un vers l'autre. » (Latour, 2005)

Cette théorie témoigne aussi de l'intérêt porté aux lieux et aux espaces sociaux dans leur dimension matérielles, l'idée étant de suivre les objets techniques dans leurs déplacements (matériels et symboliques) au sein du social. Latour a mobilisé la théorie dans certains de ses enseignements. À l'école des Mines dans un premier temps, puis à l'école Sciences Po Paris, elle a ainsi donné naissance à un module de cartographie des controverses, module toujours existant[126] et dont l'objectif affiché est de former les « futurs citoyens [nécessitant] des outils pour explorer et visualiser la complexité des débats publics »[127]. Venturini, qui s'occupe désormais de cet enseignement à Science Po Paris, présente l'intérêt de la cartographie de controverse comme double (2008, 2010, 2012) : en associant l'enquête sociologique aux technologies de graphisme et de mise en forme numérique, elle rend possible une représentation hybride, dynamique et complexe, des controverses choisies par les étudiantes. Les principes méthodologiques de la cartographie de controverse visent à représenter les processus de reconfiguration du monde socio-technique en jeu dans les controverses. Les éléments qui sont représentés sur la cartographie peuvent être synthétisés ainsi :

- les relations entre les acteurs (penser le monde en fonction de ses réseaux) ;
- absence de distinction ontologique entre les entités d'une controverse (repré-

[126] De nombreuses réalisations d'étudiantes sont visibles sur <http://controverses.sciences-po.fr/archiveindex/>.

[127] « Enseignement de la cartographie des controverses », *Médialab Sciences Po*, <https://medialab.sciencespo.fr/fr/projets/teaching-controversy-mapping/>.

sentation d'actants humains et non-humains) ;

- la focale est portée sur les espaces de circulation des humains, des discours, des valeurs, des instruments, des matériaux, etc ;
- les dynamiques de traduction, fabrication, adaptation, trahison, redéfinition des positionnements des actants, à travers les trajectoires d'acteurs portes-paroles qui contraignent, intéressent ou convainquent les autres à accepter leurs histoires.

Cette approche centrée sur le concept de réseau a été critiquée par la sociologie pragmatique notamment. Chateauraynaud estime que la théorie de l'acteur-réseau appliquée à l'étude de controverse apporte de la confusion : « le paradigme du ''réseau'' permet d'associer à peu de frais des dispositifs et des processus qui n'ont pas les mêmes contraintes et les mêmes enjeux ; tout ne se connecte pas à tout ; il y a des temporalités différentes » (2007, p. 130). Plutôt que de structurer la lecture de la controverse autour du noyau de l'acteur, il plaide pour une compréhension du pluralisme des arguments et des « espaces de variation (...) dans lesquels peuvent opérer les acteurs mobilisés par une cause » (Chateauraynaud, 2007, p. 146). Pour lui, ce n'est pas la quantité de points de vue différents qui fait l'épaisseur d'une controverse mais plutôt la diversité de leurs formes argumentatives.

Concernant la formation à l'enseignement des questions vives à l'ESPÉ de Montpellier, nous avions opté dès 2015 pour présenter la cartographie de controverse comme un dispositif possible de la démarche d'enquête pouvant naviguer entre un centrage sur les acteurs et un centrage sur les arguments. La représentation préconisée était une représentation à la Latour, dessinant des actants reliés de diverses façons les uns aux autres, mais les enseignants-stagiaires étaient fortement encouragés à indiquer les arguments et formes argumentatives justifiant le placement de ces actants sur la toile du réseau. Les limites de la cartographie de controverses étaient clairement posées. L'écueil d'une représentation cartographique en deux dimensions serait en effet de fixer une image simplifiée de la controverse, et donc de risquer de l'essentialiser. Pour éviter cela, il s'agissait bien de présenter ce dispositif comme une représentation située, à un moment donné, de la compréhension que se font les auteurs de la carte par rapport à une question controversée. L'idée était également de le qualifier comme un outil de réappropriation des débats autour des technosciences, en démocratisant son utilisation dans des milieux moins élitistes que ceux où est majoritairement utilisée l'approche latourienne. Dans le cadre de la démarche d'enquête sur les questions socialement vives, la cartographie était présentée comme mobilisable à différents niveaux : elle peut aussi bien être mise au service d'une contextualisation de type socio-épistémologique nécessaire à un travail de recherche (comme l'ont réalisé L. Simonneaux & Cancian, 2013), à la préparation d'un cours ou à une formation enseignante (comme c'est le cas durant les formations liées au projet PARRISE) ou à un dispositif pédagogique mis en œuvre en classe. Ce dispositif a majoritairement été utilisé lors de la formation à l'ESPÉ de Montpellier avec les enseignantes-stagiaires de SVT. La deuxième séance de l'UE y était entièrement consacrée, les stagiaires produisant par groupes la cartographie de leur question spécifique, chaque groupe la présentant ensuite à l'ensemble des autres stagiaires. À l'ENSFEA d'Auzeville, la méthode de la cartographie a plutôt été mobilisée en introduction, avec l'ensemble des enseignants-stagiaires, sous forme d'une carte de post-its réalisée en interaction collective sur la question générale

« quelle(s) agriculture(s) pour nourrir l'humanité ? ».

c. La pluridisciplinarité/interdisciplinarité, toile de fond de la démarche d'enquête en enseignement agricole

Lenoir & Sauvé (1998a) affirment que l'interdisciplinarité est un terme daté du XXe siècle, terme dont l'appropriation dans le monde éducatif serait assez tardive. Selon eux, l'interdisciplinarité est « assurément directement solidaire de la mise en ordre du savoir en disciplines scientifiques qui se déploient s'institutionnalisent au XIXe siècle dans les universités modernes » (Lenoir & Sauvé, 1998, p. 184). Elle fait en effet écho à la hiérarchie des savoirs promulguées par Comte dans ses leçons de positivisme (Comte, 1830 ; Leclerc, 1989). L'interdisciplinarité répondrait ensuite, selon ses contextes d'utilisations, à deux finalités : l'une serait animée par la recherche d'une « synthèse conceptuelle » permettant de faire dialoguer les disciplines scientifiques entre elles (et de construire une forme d'unité du savoir), l'autre serait orientée vers une logique plus pragmatique, instrumentale, la mettant au service de la réalisation d'une intention opérationnelle. L'acception de l'interdisciplinarité n'est donc pas monolithique. Lenoir & Sauvé (1998, p. 141) considèrent ainsi que l'interdisciplinarité peut être « professée » (pour l'enseignement), « investiguée » (pour la recherche) ou « pratiquée » (pour l'apprentissage ou la pratique d'un métier). D'un point de vue éducatif, ils la définissent comme « la mise en relation de deux ou de plusieurs disciplines scolaires qui s'exerce à la fois aux niveaux curriculaire, didactique et pédagogique (…) en vue de favoriser l'intégration des processus d'apprentissage et des savoirs chez les élèves » (Lenoir & Sauvé, 1998b). Fourez, quant à lui, associe l'idée d'interdisciplinarité au concept d'îlot de rationalité. Un îlot de rationalité serait un ensemble de « savoirs construits par les gens ou par les scientifiques de terrain (…) lorsqu'ils sont confrontés à des situations précises dont la particularité est importante et pour lesquelles les savoirs disciplinaires standardisés conviennent mal » (Fourez, 1997, p. 217). On trouve donc déjà, dans la définition stricte de ce concept métaphorique d'îlot, une interrogation de la limite opératoire de la disciplinarité. Fourez propose ensuite une approche de l'interdisciplinarité plutôt focalisée sur la logique de projet, au sens d'une problématique précise et située appelant une forme d'ingénierie pour laquelle l'interdisciplinarité est une méthode, « dans un contexte spécifique et pour des destinataires spécifiques » (Fourez, Englebert-Lecomte & Mathy, 1997, p. 84). Pour Fourez, la distinction entre interdisciplinarité et pluridisciplinarité résiderait d'ailleurs dans cette différence d'objectif : la pluridisciplinarité désignerait la coexistence, sans forcément de finalité ou de cadre précis, de plusieurs disciplines convoquées par des acteurs à un moment donné, tandis que l'interdisciplinarité servirait précisément un processus dont la finalité est tangible.

Je l'ai constaté de façon opérationnelle dans les curricula : la pluridisciplinarité est une spécificité forte de l'enseignement technique agricole. Comme le précise le rapport de la DGER (2000) du Ministère de l'agriculture, la "pluridisciplinarité" est le terme choisi dans les référentiels pour en fait désigner un principe global (avec une « certaine dose d'abstraction ») appliqué ensuite dans des « pratiques interdiscipli-

naires » dans les établissements. Malgré la distinction conceptuelle entre les deux termes précédemment exposée, je les utiliserai de la même manière. L'institutionnalisation de la pluridisciplinarité dans ce système éducatif date des années 1980, avec une première rénovation du Brevet de Technicien Agricole (Galiana, 2000). L'organisation des enseignements sous forme de modules permet d'imbriquer les disciplines les unes avec les autres et l'organisation de l'activité enseignante ainsi que les pratiques d'évaluation sont modifiées en conséquence. D'autres filières suivront cette orientation dans les années 1980 et 1990, jusqu'à la réforme des baccalauréats professionnels en 1996. Selon Jean Simonneaux (Jean Simonneaux, 2004), l'appétence de l'enseignement agricole pour la pluridisciplinarité tient à trois facteurs principaux :

1. la visée professionnalisante de l'enseignement agricole l'ancre dans une pédagogie de projets, d'études de cas et d'apprentissages centrés sur l'action ;
2. « l'enseignement agricole est fortement imprégné par la culture d'ingénieur » (J. Simonneaux, 2004, p. 283), de nombreux acteurs de l'enseignement agricole ayant une formation d'ingénieurs les amenant à effectivement organiser l'activité d'apprentissage autour de la pratique interdisciplinaire plutôt que de « la faculté d'une discipline à expliquer la réalité » ;
3. l'évolution des savoirs de référence, notamment dans le cadre institutionnel de l'INRA, privilégie l'émergence d'une approche conceptuelle associant les disciplines (et l'orientation actuelle de l'agroécologie prolonge cette tendance, comme je l'ai préalablement montré).

Il faut aussi indiquer que la mobilisation de la pluridisciplinarité tient à l'approche de la complexité prônée par un certain nombre de chercheurs en agronomie et à l'émergence des concepts systémiques liés (agro-éco-socio-systèmes). Dans les faits, il existe un décalage importante entre les préconisations institutionnelles de l'enseignement agricole, vécues comme des injonctions, et les pratiques effectives au sein des établissements. L'appropriation des enseignements pluridisciplinaires par les équipes enseignantes relève alors souvent de l'improvisation (DGER, 2000). En outre, la mise en œuvre de la pluridisciplinarité n'est pas exempte d'interrogations épistémologiques des enseignantes quant à la construction des savoirs mobilisables dans l'apprentissage et contribue de ce fait à reconfigurer leur rôle. Ainsi, « le passage d'une pratique d'enseignement centrée sur la diffusion de savoirs par l'enseignant à une pratique d'enseignement interdisciplinaire, socio-constructiviste, est souvent décrite comme un processus de rupture » par les enseignantes (Asloum & Bouillier, 2007). Cela est d'autant plus vrai quand la logique de la pluridisciplinarité est associée à celle de la démarche d'enquête, où l'enseignante devient une animatrice de l'exploration, et non la dépositaire des savoirs qui permettraient de la clôturer (Nedelec, Simonneaux, & Molinatti, 2017; Jean Simonneaux et al., 2017).

Je développe ici cet aspect de l'enseignement agricole parce que le module de formation suivi par les enseignantes-stagiaires à l'ENSFEA lors de mon enquête doctorale était consacré à la pratique de l'interdisciplinarité (TC84 du master MEEF : « Traiter en interdisciplinarité une question liée à la transition agro-socio-écologique »). Au sein de ce module, différents ensembles thématiques avaient été constitués, divisant

la promotion en quatre sous-groupes d'une quinzaine de personnes environ. Le sous-groupe que j'ai suivi et dont sont issus les enseignantes-stagiaires avec qui j'ai discuté était celui articulé autour de la problématique « Quelle(s) agriculture(s) pour nourrir l'humanité ? ».

III. Classification des données de l'enquête de terrain

Où il est question de verbatims, de disciplines, de documents PDF et, même, de wikis.

Les deux parties suivantes détaillent comment j'ai opérationnalisé ma méthode dans la classification et la catégorisation de mes données d'enquête. Ces dernières sont de divers types, tout comme leur provenance (observation participante, discussions sollicitées, enregistrement audio et productions écrites des enseignants). À partir d'un principe de bricolage socio-anthropologique, j'ai ainsi associé un travail d'analyse thématique à un mécanisme interprétatif d'exploration des réponses possibles à mes questions de recherche. Ces deux parties portent davantage sur le processus technique mis en œuvre dans l'analyse thématique et ses étapes, ainsi que sur la façon dont je rendrai compte dans mes résultats de la mobilisation de ces données et des catégories d'entendement dans lesquels je les ai placées.

a. Discussions

Parmi les données utilisées dans ce chapitre relatant mon enquête de terrain, beaucoup viennent des discussions avec les acteurs. L'origine de chaque verbatim est indiqué, à la fin de toute citation, par une étiquette de type "PrHo-EA1". Les premières lettres indiquent la discipline enseignée ("PrHo" pour Productions Horticoles), "EA" (enseignement agricole) ou "EN" (éducation nationale) indiquent le rattachement institutionnel des enseignants, et le numéro classifie la discussion selon la progression chronologique de l'enquête. Je récapitule dans le tableau suivant les repères concernant chaque échange ainsi que les questions socialement vives qui y ont été citées. Les questions listées peuvent avoir fait l'objet d'une simple évocation illustrative dans une phrase comme d'une exploration beaucoup plus longue et transversale pendant plusieurs dizaines de minutes. J'ai aussi choisi d'indiquer les questions qui n'ont pas forcément de rapport avec mon cadrage autour de la transition agroécologique. L'émergence de ces questions dans les discussions est du fait des enseignants et cela peut tout à fait être significatif dans le contexte de mon analyse.

Tableau 12. Classification des discussions

Étiquette de la discussion	*Nom fictif de l'enseignante*	*Retranscription en annexe*	*Discipline enseignée*	*Questions socialement vives évoquées*
PrHo-EA1	Fanny	p. 9	Production Horticoles	• les modèles agricoles • le gaspillage alimentaire • les semences agricoles
Ma-EA2	Stéphane	p. 21	Mathématiques	• les modèles agricoles
GeCo-EA3	Annie	p. 37	Gestion Commerciale	• la mise en vente des produits phytosanitaires • le bien-être animal

				• la réforme du code du travail
Vi-EA4	Blanca	p. 53	Viticulture	• l'usage des pesticides
ESC-EA5	Danielle	p. 67	Enseignement Socio-Culturel	• les modèles agricoles
PhCh-EA6	Madeleine	p. 83	Physique-Chimie	• les organismes génétiquement modifiés • les gaz de schiste • le transhumanisme
SES-EA7	Mylène	p. 95	Sciences Économiques et Sociales	• les modèles agricoles • la pratique de la chasse
SVT-EN1	Marie	p. 109	SVT	• le bien-être animal (cas des abattoirs du Vigan) • les organismes génétiquement modifiés
SVT-EN2	Jérôme	p. 127	SVT	• la disparition des abeilles • l'usage des pesticides • les organismes génétiquement modifiés • le genre dans le sport
SVT-EN3	Julien	p. 143	SVT	• la production et la consommation d'huile de palme • le développement de la domotique • les organismes génétiquement modifiés
SVT-EN4	Valérie	p. 161	SVT	• le bien-être animal (cas des abattoirs du Vigan) • l'usage des pesticides • les ondes électromagnétiques émises par les téléphones portables • les modèles agricoles
SVT-EN5	Nathalie	p. 175	SVT	• la production et la consommation d'huile de palme • les organismes génétiquement modifiés
SVT-EN6	Fabien	p. 189	SVT	• la disparition des abeilles • l'usage des pesticides
SVT-EN7	Marine	p. 203	SVT	• la production et la consommation d'huile de palme • les organismes génétiquement modifiés • la vaccination
SVT-EN8	Jean	p. 217	SVT	• les modèles agricoles • les organismes génétiquement modifiés

b. Productions écrites

Les productions écrites des enseignants en situation de formation sont aussi utilisées dans l'analyse. À l'ESPE de Montpellier, elles consistent en un document PDF, rendu final évaluable envoyé au formateur de l'UE « Enseigner les Questions Socialement Vives ». Ces documents ont été constitués par trois groupes d'enseignants en formation sur trois questions vives différentes, relatant à la fois leur démarche d'enquête (Simonneaux & al., 2017) sur la question choisie et leur proposition pédagogique pour la traiter en situation scolaire, avec les élèves. Concernant l'ENSFEA de Toulouse-Auzeville, les productions écrites sont les informations saisies en ligne sur la « Ferme des wikis de l'ENFA »[128] par deux groupes d'enseignants participants à l'UE de formation à la pluridisciplinarité et ayant choisis la thématique « Quelle(s) agriculture(s) pour nourrir la planète ? ». Chaque groupe a mis en ligne des éléments sur plusieurs pages du wiki, relatant leur propre démarche d'enquête, regroupant des informations sur la question traitée et présentant un projet pédagogique d'enseignement pluridisciplinaire. Je synthétise dans le tableau suivant la composition de ces groupes et les thématiques traitées. Chaque production écrite s'est également vue attribuer une étiquette de citation ("pp" pour "projet pédagogique").

Tableau 13. Classification des productions écrites

Étiquette de la production	***Membres du groupe ayant participé aux discussions sollicitées***	***Disponible en annexe***	***Problématique choisie***	***Support(s) de saisie***
EA-pp-1	Stéphane [Ma-EA2] Danielle [ESC-EA5]	p. 231	« Pour nourrir la planète, doit-on passer par un changement de modèle Économie, Politique et Sociétal ? »	- Pages wiki - Documents PDF joints
EA-pp-2	Fanny [PrHo-EA1] Annie [GeCo-EA3]	p. 237	« Quel(s) modèle(s) agricoles pour répondre au défi alimentaire à l'horizon 2050 ? »	- Pages wiki - Documents PDF joints - Diaporama de présentation du projet
EN-pp-1	Jérôme [SVT-EN2] Fabien [SVT-EN6]	p. 253	« Quelles sont les causes et les conséquences de la disparition des abeilles ? »	- Document PDF final
EN-pp-2	Julien [SVT-EN3] Nathalie [SVT-EN5] Marine [SVT-EN7]	p. 277	Est-ce que « la production et la consommation d'huile de palme est compatible avec le développement durable » ?	- Document PDF final
EN-pp-3	Marie [SVT-EN1] Valérie [SVT-EN4]	p. 289	« La controverse concernant la compatibilité entre agriculture intensive et bien-être animal, en s'appuyant sur l'exemple local et médiatisé de l'abattoir du Vigan ».	- Document PDF final

[128] L'ENFA (École Nationale de Formation Agronomique) s'est transformée en ENSFEA (École Nationale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole) durant l'année 2017.

c. Autres types de données

D'autres types de données ont été mobilisées et font l'objet d'un étiquetage spécifique dans le compte-rendu de l'enquête. Les observations et impressions consignées dans le carnet de recherche seront notifiées par [obs-cr]. Les enregistrements des interactions pendant les temps de formation, dont la trace écrite est une retranscription approximative, seront notifiés par [enr-cr]. Enfin, la cartographie du groupe 3 d'enseignantes-stagiaires de l'éducation nationale étudiée dans l'analyse sera notifiée par [EN-cc-3].

IV. CATÉGORISATION DU CONTENU DES DISCUSSIONS

Où il est question d'unités, de thèmes, de catégories, de sous-catégories, et, même, d'une arborescence

La totalité du contenu des discussions individuelles sollicitées a été catégorisé par un codage multithématique, selon une méthode déjà évoquée dans le chapitre 2. Le découpage de ce contenu s'est effectuée de façon abductive où les catégories sont à la fois issues d'intuitions acquises lors de mon travail théorique (pour une partie mineure) et du processus itératif d'étiquetage des discussions (pour une majorité). Il est aussi possible qu'une catégorie thématique construite par l'intermédiaire d'une intuition théorique puisse être confirmée par l'étude des discussions, et que sa formulation soit par ajustée par induction. Les intitulés de ces catégories, comme le proposent Paillé & Mucchielli (2003), sont uniquement descriptifs et permettent simplement de répartir le contenu selon un arbre thématique qui puisse recouvrir la totalité des thèmes abordés dans le corpus. Le découpage thématique n'est pas la finalité de mon analyse, il est un des moyens sur lesquels je me base pour naviguer parmi les données de mon travail d'enquête. En comparant les catégories que j'ai fait émerger de ces discussions avec mes propres catégories, construites à partir du travail bibliographique préalable, je pourrai ensuite caractériser la conceptualisation de la notion d'incertitude perçue par ces acteurs dans différentes perspectives.

Un aperçu global de l'intitulé de ces catégories et sous-catégories thématiques est présenté à la page suivante, dans une vision d'ensemble. Je détaille dans le tableau placé à sa suite le contenu auquel ces catégories renvoient, chacune d'entre elles étant adossée à un exemple extrait de la retranscription des discussions. Étant donné le procédé de multithématisation que j'ai utilisé, une même unité de sens[129] issue d'une discussion renvoie potentiellement à une ou plusieurs catégories thématiques. Dans l'unité de sens suivante, j'ai par exemple identifié deux catégories thématiques :

> Marie : Mais là, déjà, je me dirais comment je mets ma séance en place ? Qu'est-ce que je fais ? Et là pour moi le but c'est pas de leur apporter, c'est limite pas de leur apporter les sources, moi... C'est qu'ils aillent les chercher, parce que... et comment ils vont les chercher ? Qu'est-ce que je leur laisse comme accès ? Parce qu'ils vont trouver, voilà. Comment je le gère ça derrière et après qu'est-ce que j'en fais ? C'est ça surtout. [SVT-EN1]

Ce passage a été classé à la fois dans la catégorie "Rapport aux sources", sous-catégorie "Chercher l'information" (puisque l'objectif éducatif évoqué est bien celui-ci), et dans la catégorie "Enseigner les questions vives", sous-catégories "Préparation de cours" (puisqu'il s'agit de savoir « comment [mettre] une séance en place ») et "Gestion de la classe" (« comment je le gère ça derrière »). Ces multi-étiquettes me

[129] Comme précisé auparavant, les unités de sens ont une taille variable, d'une unique phrase à un groupe de plusieurs phrases. Ces unités de sens peuvent inclure des interactions entre l'enseignante et moi.

permettent de ne pas choisir arbitrairement une catégorie thématique unique lorsque je classe le contenu des discussions et ainsi de ne pas mettre de côté des éléments de sens qui me sont utiles pour l'analyse interprétative.

Il est à noter que certaines catégories ne sont pas dotées de sous-catégories. Cela résulte du contenu : la catégorie « Parler incertitude », qui apparaît théoriquement comme au centre de mon travail, ne comporte par exemple aucun sous-item. En effet, cette étiquette classifie les échanges où je discute explicitement de l'usage et de la signification du terme "incertitude" avec les enseignantes. C'est un des résultats que je détaille ensuite, mais le nombre d'unités de sens catégorisées sous cette étiquette se révèle finalement faible comparé à d'autres catégories. De même, ce sont les intitulés thématiques « Les questions vives » et « Enseigner les questions vives » qui comportent le plus de sous-catégories. L'explication est simple : ce sont là les thèmes qui ont été le plus abordées pendant les discussions et, par conséquent, m'ont amené à produire ces intitulés qui, selon moi, reflètent la densité et la diversité des échanges.

Figure 10. Arborescence des catégories et sous-catégories thématiques

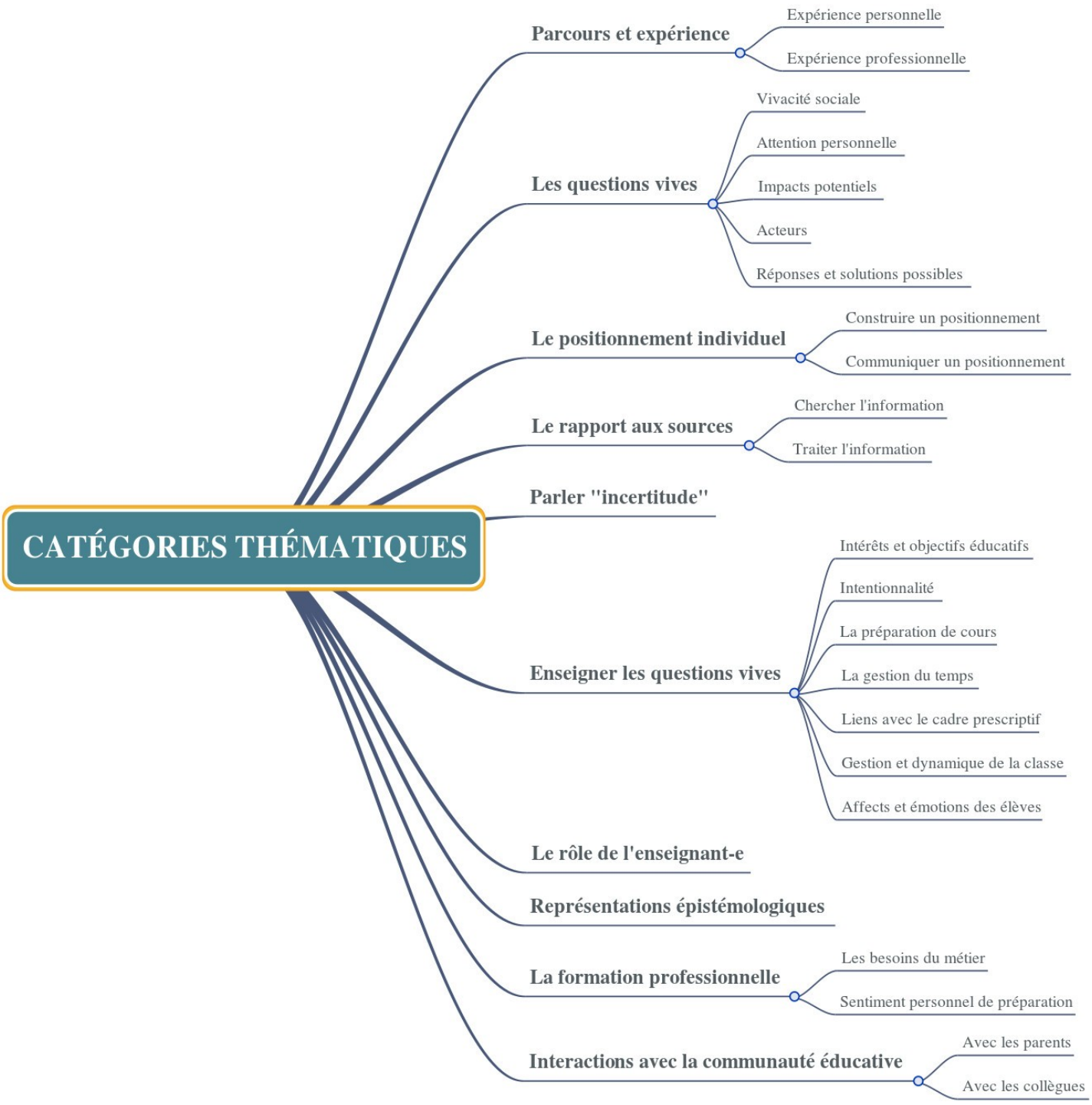


Tableau 14. Les thématiques de catégorisation du contenu des discussions individuelles sollicitées

Catégories thématiques	Sous-catégories thématiques	Contenu lié	Exemples issus de la retranscription des discussions
(1) Parcours et expérience	Expérience personnelle	Événements, situations ou expériences sociales, familiales, culturelles qui font parties de l'histoire du sujet.	B nan je/ je me suis construite je sais pas comment/ mais ma famille/ je suis né en période franquiste/ euh même si je n'ai pas vécu le franquisme palpable/ parce que j'étais trop petite quand franco il est mort mais j'ai vécu tout/ après les années après [Vi-EA4]
	Expérience professionnelle	Événements, situations ou expériences professionnelles, qu'elles soient éducatives ou non, pouvant être reliées ou non aux pratiques professionnelles actuelles du sujet.	F ben j'ai été/ c'est bête à dire mais je pe-/ je pense que ça y joue aussi moi j'ai été adjoint d'animation pendant cinq ans/ les étés/ donc j'ai eu un public qui était pas facile/ parce que je viens d'une petite ville où/ c'est chaud/ c'est chaud/ le seul bahut qu'il y a dans le coin c'est le mien et c'est le rep plus/ donc du coup j'ai été baigné dans dans ce vin-là avec des gamins qui étaient pas/ pas facile de treize à dix-huit ans/ etcetera pendant des années/ après j'ai été surveillant pendant mes études/ et du coup c'est pas une lubie qui est arrivée comme ça d'être prof [SVT-EN6]
(2) Les questions vives	Vivacité sociale	Qui concerne la vivacité et l'authenticité sociale de la question abordée, quelle qu'elle soit, dans toutes les sphères de la société.	F donc pourquoi on est venu à cette question/ plus parce que c'est une question que les gens se/ parce que c'est une question que des scientifiques se posent en fait/ c'est plus ça/ et que l'idée c'était de voir comment les élèves pouvaient aussi/ se saisir de cette question là en fait/ comment/ avec leurs moyens/ leurs/ leur esprits/ qui est pas encore façonné comme un expert euh/ de de/ de trente ans de boulot quoi/ mais comment eux ils pouvaient du coup se [PrHo-EA1]
	Attention personnelle	Renvoie à la vivacité sociale ressentie au niveau individuel par le sujet, c'est-à-dire à son degré d'attention et d'investissement vis-à-vis de la question.	J on va dire que j'étais au courant du sujet/ mais après j'étais pas plus sensible que ça/ et donc du coup je découvre un peu le pourquoi du comment quoi/ ça veut pas dire/ c'est pas quelque chose qui me passionne forcément [SVT-EN2]
	Impacts potentiels	Conséquences potentielles ou avérées d'une découverte, d'une technologie, d'une innovation,	D et puis au niveau environnemental je dis qu'il y a urgence parce qu'on est en train de vivre la sixième extinction massive des espèces/ parce que tout s'accélère/ parce que le

		d'une activité ou d'une action sur des échelles de temps diverses, constituant une ou des dimensions du problème posé.	milieu scientifique alerte depuis quarante ans et qu'il ne se passe rien [ESC-EA5]
	Acteurs	Interrogations ou affirmations sur l'existence, le rôle, la dynamique ou les interactions des acteurs (au sens large) ayant un lien avec la question soulevée.	S on a pas fait de parcours avec la fnsea et la confédération paysanne de chaque côté/ avec leclerc/ biocoop de l'autre côté/ et en plus/ on n'a pas mis leclerc avec la fnsea/ on a vraiment mis la confédération et leclerc dans le même/ ou quand ça s'est tendu/ et biocoop et fnsea/ je suis pas sûr qu'ils ont vraiment la même politique agricole derrière/ c'était vraiment le but/ voilà/ dans un même parcours/ de voir des mêmes acteurs qui ont un discours réellement différent [Ma-EA2]
	Réponses et solutions possibles	Réponses et solutions potentielles au problème posé qui peuvent être affirmées ou interrogées sur des échelles de temps et d'espace variées, et coexister avec d'autres types de réponses.	N moi je leur dirais ben/ mangez de l'huile de palme mais issue de filière certifiée/ ça serait ça ma réponse/ au final ça serait ça/ vous pouvez si vous voulez manger de l'huile de palme mais/ privilégiez ceux qui ont été cultivés dans des filières certifiées/ rspo ou [SVT-EN5]
(3) Le positionnement individuel sur les questions vives	Construire un positionnement	Concerne le processus d'élaboration d'un point de vue par rapport à la question (ce point de vue peut être celui d'autrui par rapport au sujet qui parle).	V et du coup mon point de vue qui était au départ assez/ chépa/ très tranché/ au final est devenu un peu plus nuancé parce que j'ai pu avoir tous les acteurs qui jouaient dans cette controverse là [SVT-EN4]
	Communiquer un positionnement	Concerne l'expression, la publication, la transmission ou la mise en débat d'un point de vue par rapport à une question.	A eh ben c'est difficile parce que moi j'ai mon opinion/ mais pas forcément justifié/ euh sauf dans certains domaines dont je t'ai énoncés où là je peux prendre position parce que je sais que/ mais quand je sais pas trop/ quand ben h: je veux peux exposer une vérité alors que/ j'ai pas les armes pour [GeCo-EA3]
(4) Le rapport	Chercher l'information	Concerne le processus de recherche d'information par rapport à la question posée dans	V ma recherche a été particulièrement basée sur internet hein/ du coup j'ai/ sur internet sur les revues qu'y avait dessus/ euh après/ il me semble que la professeure d'anglais m'avait

aux sources d'information		toutes ses modalités (types d'investigation, de sources, de supports, etc).	en plus donné elle un article qu'elle avait/ après je sais plus de quelle revue il était tiré/ mais elle un article qu'elle avait qu'on devait que je devais spécialement analyser sur ce thème là après/ donc/ d'ailleurs je me souviens même pas de quelle revue c'était/ mais je sais que c'était plus ou moins une revue euh/ une revue scientifique/ je suis pas sûr que ce soit une revue scientifique à deux cent pour cent [SVT-EN4]
	Traiter l'information	Concerne le processus de réception, de traitement, d'appréhension et d'utilisation des informations trouvées ou mises à disponibilité par rapport à la question posée.	J et donc du coup c'est ça qui fait qu'on a du mal à se forger un avis quoi/ et en plus quand on voit les études qu'ils font et que certaines par exemple les tests statistiques sont pas bons/ ou sont truqués ou ce que vous voulez/ h:: comment se faire un avis / enfin moi c'est un truc je peux pas/ alors y a des gens qui essayent de cacher des choses peut-être/ d'autres non/ après voilà il faut regarder là-dessus [SVT-EN2]
(5) Parler "incertitude"		Tout contenu relié à l'évocation du terme "incertitude", au significations auxquelles il renvoie pour le sujet et à ses contextes d'usage.	D je suis d'accord et pas d'accord avec toi/ je suis d'accord/ avec toi sur le fait moi j'emploierais plutôt le terme doute/ effectivement/ aussi parce que dans le raisonnement scientifique on emploie le terme doute/ et je trouve c'est très bien de douter de tout [ESC-EA5]
(6) Enseigner les questions vives	Intérêts et objectifs éducatifs	Estimation négative ou positive (avec différents degrés d'appréciation) de l'intérêt éducatif et pédagogique d'enseigner les questions socialement vive à l'École au regard des objectifs éducatifs.	S non au contraire/ je trouve ça stimulant/ parce que je pense que c'est vraiment des/ il faut laisser place aussi pour moi à ces objets de flou/ afin de se positionner/ parce qu'au contraire ça les amène à réfléchir et qu'on leur demande d'argumenter/ enfin je trouve qu'il faut aussi laisser la place un petit peu aussi/ montrer qu'on n'a pas la solution à tout [Ma-EA2]
	Intentionnalité	Qui relate le degré d'intentionnalité d'enseignement d'une ou de plusieurs questions socialement vives sur le plan professionnel individuel.	A je travaillerais surtout/ moi ce qui me pose problème/ mais c'est ce j'ai dit déjà tout à l'heure/ c'est mon défaut de contenu euh sur la/ sur la théorique en fait sur la question/ après/ maîtriser le public/ essayer de modérer/ voilà/ les faire réfléchir bon ça je pourrais mais/ ça me dérangerait pas d'essayer de travailler là-dessus/ la pluri par exemple qu'on veut mettre en place euh/ ça m'intéresserait de la mettre vraiment en place l'année prochaine dans mon établissement [GeCo-EA3]

	Préparation de cours	Contenu portant sur la phase de préparation des cours (au sens large, avec ses temporalités et ses tâches spécifiques à chaque enseignant-e), que ce soit à propos des objectifs poursuivis, de la méthode adoptée, des ressources utilisées, des types de documents produits, etc.	J j'ai pas forcément le temps d'équilibrer les éléments dans/ dans mes préparations/ j'avais essayé une fois dans une tâche complexe où on m'avait dit/ que je n'étais pas forcément obligé de mettre pile le nombre de documents nécessaires à la compréhension des élèves/ mais en rajouter peut-être un ou deux qui ne serviront pas à son argumentation/ mais qui/ qui peut-être l'obligeront un peu à se poser des questions [SVT-EN3]
	Gestion du temps	Concerne la question temporelle de l'activité d'enseignement (utilisation du temps, contrainte prescriptive, appréciation du temps nécessaire à certaines activités pédagogiques, etc).	F je pense que c'est vite chronophage/ et vu que j'ai que une heure et demie par semaine sachant que je les vois une heure à chaque fois/ donc soit une heure la semaine/ et la semaine d'après deux heures/ semaine d'après une heure etcetera/ on a les tp/ il faut les faire sur les tic/ faut les faire bosser sur les exposés sur/ j'aurais peut-être pu prendre une demie-heure mais est-ce que la demie-heure dans ce cours-là ça aurait valu le coup/ je sais pas [SVT-EN6]
	Lien avec le cadre prescriptif	Éléments ayant trait au cadre prescriptif, qu'il soit celui défini par le curriculum, par l'encadrement d'un rectorat ou par la direction d'un établissement.	M ce qui fait que/ que j'me lance c'est que je reste dans le cadre du programme et de ce qui doit être renseigné ou ce qui est euh dans les lignes quoi/ pour essayer justement de d'être/ enfin voilà y a pas tellement de neutralité mais en tout cas de pas faire transparaître ce que moi je pourrais penser/ je reste bo/ les lignes/ ok qu'est-ce qu'ils disent [SVT-EN7]
	Gestion et dynamique de la classe	Considérations positives ou négatives liées à la dynamique de la classe et à la gestion du groupe. Ces considérations peuvent être basées sur des situations vécues ou existantes comme être des situations imaginées.	B ben cette année avec les secondes h:: je suis un peu limité/ et il est vrai que bof/ vu comme ils sont euh je suis très déçu pour le niveau et par la/ l'investissement des élèves et donc on verra qu'est-ce que je pourrai faire/ donc c'est resté un peu un projet qui est toujours latent/ c'est dans ce sens-là/ voilà [Vi-EA4]
	Affects et émotions des élèves	Propos reliés à l'appréhension des affects et des manifestations émotionnelles des élèves, quelles que soient ces	L ouais c'est ça/ parce que tu dis il faut utiliser cette angoisse parce que les élèves ils l'ont etcetera M ah bah après il faut la laisser s'exprimer/ et il faut être/

		manifestations et qu'elles aient lieu dans l'espace classe ou dans d'autres espaces (familial, social, etc).	enfin il faut/ si tu veux il faut savoir qu'il peut y en avoir/ et je pense qu'il y en a même si elle est pas/ exprimée c'est une c'est/ moi je pense qu'il y en a/ parce que c'est quand même vachement angoissant je pense hein de/ que ce soit/ le transhumanisme [PhCh-EA6]
(7) **Le rôle de l'enseignant-e**		Considérations (qui peuvent être générales ou alors liées spécifiquement à l'enseignement des questions socialement vives) autour de l'idée que se font les enseignant-e-s de leur propre métier, des objectifs qui sont les leur et de leur utilité social.	F moi j'ai l'impression qu'on doit/ on doit normalement voilà les préparer à s'insérer dans la vie dans la société/ effectivement y a toute la partie technique/ euh/ peut-être qu'ils/ peut-être qu'ils en oublieront la moitié à la fin de l'année ou ne serait-ce qu'ils en garderont peut-être que dix ou vingt pour cent/ mais comme tout le monde/ comme moi étudiante etcetera/ euh/ mais après y a la partie/ ben réflexive et qu'est-ce qu'il se passe autour d'eux [PrHo-EA1]
(8) **Représentations épistémologiques**		Qui fait référence à l'épistémologie des sciences (différences entre les disciplines scientifiques quant à la méthode de production et à la nature du savoir produit) et à la manière dont cet épistémologie est traduite dans les disciplines enseignées.	N ben que y a une part qui n'est pas démontrée par a plus b mais en même temps c'est normal parce que dans les sciences de la vie et de la terre/ c'est les sciences du vivant de la nature donc y a/ enfin c'est difficile qu'il y a un paramètre/ enfin c'est ce que certains de mes élèves matheux me disent/ mais oui mais pour l'svt c'est pas des sciences parce qu'on peut pas dire que a plus b égal c/ ben oui mais c'est la nature/ et on peut pas dire que a plus b égal c [SVT-EN5)
(9) **La formation professionnelle**	Les besoins du métier	Expression d'insuffisances ou de besoins autour de la formation et de la capacité professionnelle des enseignant-e-s en général.	J et ça c'est d'ailleurs un des défauts de la formation initiale actuelle c'est que les élèves enfin les futurs professeurs les stagiaires sont très insuffisamment formés en histoire des sciences et en philosophie/ la plupart des profs de svt ont eu un an de philosophie dans leur vie donc quand vous commencez à discuter du problème du brevetage du vivant/ enfin voilà quoi [SVT-EN8]
	Sentiment personnel de préparation	Existence ou absence (sur différents degrés) d'un sentiment de préparation concernant des tâches du métier d'enseignant-e ou de manière spécifique par rapport à l'enseignement des questions	M mais après au bout de cinq ans on commence un petit peu à fatiguer et on fatigue parce qu'on n'a pas les outils/ enfin moi je fatiguais parce que j'avais pas les outils/ que j'avais pas les explications aux problèmes que je rencontrais/ et donc après j'ai travaillé sur ma réserve quoi [SES-EA7]

		socialement vives.	
(10) Interactions avec la communauté éducative	Avec les parents	Interactions existantes ou imaginées avec les parents d'élèves selon différentes modalités et différentes conséquences (liées ou non à l'enseignement des questions socialement vives).	M et puis qu'est-ce qu'il va se passer à la maison aussi auprès/ enfin c'est pas rien quand on a les parents derrière qui arrivent/ comment vous avez parlé de ça/ voilà ça se réfléchit quoi/ déjà quand on fait la contraception avec les élèves/ il y a des parents c'est limite/ et l'évolution j'en parle même pas [SVT-EN1]
	Avec les collègues	Interactions existantes ou imaginées avec les collègues de l'établissement (personnel enseignant mais aussi personnel social ou administratif).	M tu vois/ j'ai pas osé dire/ parce qu'après avec le recul je me dis/ ils avaient pas forcément plus de recul que moi mais ça les dérangeait pas de faire parler les élèves et puis après voilà c'est fini/ comment y en avait peut-être qui avaient des pratiques mais je le savais pas/ mais c'était pas en physique-chimie/ là c'était vraiment des collègues qui débattaient c'était svt eatdd/ ils avaient une partie/ après je sais plus [PhCh-EA6]

V. Analyse interprétative

Où il est question d'intangibilité et de polysémie, de convergences thématiques, d'information, de rapport aux sources, d'intentionnalité, de contrôle, de maîtrise, d'insécurité, et, même, d'une ferme au cœur du Poitou.

a. Incertitude socio-épistémique : une notion intangible et polysémique

Le terme "incertitude" était évoqué explicitement au cours des discussions, selon deux modalités : soit les actrices avec lesquelles je discutais l'évoquaient par elles-mêmes, soit, si le terme n'émergeait pas, je l'évoquais par moi-même plusieurs dizaines de minutes après le début de l'échange. Dans les deux cas, l'explicitation du terme nous permettait de sonder la tangibilité de sa signification. D'autres données ont été utilisées pour poursuivre cet objectif de recherche. À l'ESPÉ de Montpellier comme à l'ENSFEA, les enseignantes étaient en situation de formation. Lors de ces formations, le terme "incertitude", généralement accordé au pluriel, apparaissait à plusieurs reprises et particulièrement dans l'exposé des principes de la démarche d'enquête sur des questions socialement vives. La reprise (ou la non-reprise) du terme et son éventuelle explicitation dans les productions des enseignantes est par conséquent un autre indicateur de tangibilité.

1. Intangibilité

Dans la majorité des discussions, le terme "incertitude" n'est pas apparu spontanément dans les propos des enseignants. J'ai donc effectué à chaque fois une sorte de coupure dans l'échange – puisque cela nécessitait parfois de changer complètement de sujet – en posant une question de ce type :

> Lucas : Est-ce que toi ça te parle quand j'utilise le mot incertitude concernant cette question controversée ?

Le contenu des échanges à la suite de la question me permet d'affirmer que, pour une partie majoritaire des enseignants, la notion d'incertitude est intangible. Certaines réponses directes ont même indiqué une forme de confusion à l'évocation du terme, bégaiement et suspensions au milieu de la phrase faisant leur apparition alors que jusque là les échanges étaient plutôt fluides.

> Fanny : Alors, c'est-à-dire, euh... Je vais peut-être te demander de reformuler dans le sens… […] Ah si, si, mais moi si, si, moi l'incertitude elle est sur... L'incertitude, elle est pourquoi… Alors oui, ben si, si, on était sûr... [silence] Attends, j'essaie d'être cohérente avec moi-même. [PrHo-EA1]

> Valérie : [silence] Euh, il m'évoque... Chépa, c'est pas un mot que j'aurais pris pour décrire une controverse, incertitude. Donc du coup il évoque, euh, il évoque pas grand chose pour moi. Il faudrait m'expliquer qu'est-ce que c'est une incertitude dans le cadre d'une controverse pour que j'arrive un peu à mieux voir. [SVT-EN4]

> Fabien : Incertitude, où c'est… On l'a vu sur quoi ça, incertitude ? Ça me v... maintenant que tu viens de me dire le mot, je sais qu'on l'a vu à un moment de la formation... [silence] Je sais même plus. Je sais même plus où je l'ai vu ce mot. [SVT-EN6]
>
> Madeleine : alors là je t'avoue que, attends... Je sais pas, euh, sur une, sur une... [silence] [soupir] C'est moins clair par contre pour moi. (…) Ouais, pour moi y a, y a des points de vue, enfin y a des... [silence] Ben déjà on est dans l'inc… ouais, ouais, pour moi c'est moins... [PhCh-EA6]

Il existe plusieurs cas de figures pour décrire cette intangibilité manifeste qui caractérisent différentes postures face à la matérialisation de l'incertitude dans un mot. Le premier cas de figure serait une ***intangibilité totale*** où l'évocation du terme ne provoque rien [SVT-EN1, 5, GeCo-EA3] : le terme n'est ni discuté ni même repris, c'est comme s'il n'avait jamais été amené dans la discussion. Cela ne veut pas dire que la notion et la sémantique liée n'apparaissent pas par d'autres biais, à d'autres moments de l'échange (mais j'en reparlerai plus tard). Le deuxième cas de figure est une ***intangibilité relative [***SVT-EN2, 3, 4, 7, Ma-EA2] : le terme d'incertitude est repris mais très rapidement abandonné ou remplacé par un autre (« moi j'emploierais plutôt le terme doute » [ESC-EA5]) et le sujet s'épuise ensuite en quelques secondes, la discussion prenant alors une autre direction. Le troisième cas de figure est celui d'une ***tangibilité relative*** [SVT-EN6, PrHo-EA1, Vi-EA4, ESC-EA5, PhCh-EA6, SES-EA7] : le terme d'incertitude est discuté pendant plusieurs minutes, renvoyant à une ou deux significations et un ou deux exemples de son utilisation, et un compromis sémantique se produit parfois entre moi et la personne avec qui je discute (« Donc incertitude… Ouais pourquoi pas, allez adjugé ! » [SVT-EN6]). Un quatrième cas de figure aurait pu exister, celui d'une tangibilité quasi-totale, où le terme incertitude aurait été discuté pendant une partie importante de l'échange, confrontant les contextes de significations et les perspectives éducatives liées. Ce cas de figure n'est pas apparu dans mes échanges de terrain.

Quant aux documents produits collectivement par les enseignants-stagiaires en formation dans l'éducation nationale, un seul scénario sur les trois produits utilise le terme d'incertitude [EN-pp-2]. Dans ce cas, il apparaît d'abord dans les objectifs d'enseignement des questions socialement vives, dans le fait de « pouvoir se confronter à des savoirs en construction et non finalisés laissant place aux incertitudes ». Puis, dans la nature spécifique de ce type de question : « les QSV ont une dimension sociétale qui se superpose aux savoirs scientifiques avec leurs incertitudes » (p. 5). Enfin, dans l'explicitation de la dernière séance du scénario pédagogique, pendant laquelle « les élèves pourront mettre en évidence les incertitudes qui subsistent dans cette controverse » (p. 9). Dans mon interprétation, ces mentions de la notion d'incertitude se rattachent aux deux formes d'incertitudes des technosciences que sont l'incertitude épistémique et l'incertitude des effets. Il y a là l'esquisse d'une représentation où les questions vives contemporaines sont faites d'espaces d'indéterminations qui tranchent avec la représentation d'une question scientifique stabilisée. Mais, je le pense, ces mentions, très scolaires dans leur formulation, sont aussi dues à la volonté de la part des enseignants-stagiaires d'apporter la "bonne réponse", le mot-clef "incertitude" ayant été utilisé à plusieurs reprises à l'oral par le formateur ainsi qu'à l'écrit dans les diaporamas de cours et le modèle de la démarche d'enquête [obs-cr]. La notion d'incertitude reste d'ailleurs très peu explorée dans le reste du document pédagogique. Mais comment les élèves « mettront en évidence les incertitudes » de la question sur laquelle ils vont travailler ? À quelles formes d'incertitudes les élèves seront-ils confrontés ? Les

enseignants-stagiaires n'abordent ces questionnements ni dans leur production écrite ni dans leur présentation orale au reste du groupe [obs-cr]. Côté enseignement agricole, aucun des deux groupes n'a mentionné la prise en compte d'incertitudes. Dans le wiki du groupe 1, la phase « incertitudes » de la démarche d'enquête, matérialisée par une rubrique à remplir sur la page de travail collaboratif, est vide. Dans le wiki du groupe 2, cette rubrique indique « les incertitudes : pas de techniques ni de modèles universels. Adaptation locale des modèles pour chaque situation », sachant que la problématique d'enquête choisie était « Quel(s) modèle(s) agricoles pour répondre au défi alimentaire à l'horizon 2050 ? ». Cette mention se rapproche d'une forme d'incertitude des décisions, telle que je l'entends. Le contenu de cette rubrique tient donc en deux phrases, ce qui est faible par rapport au reste du contenu apporté sur le wiki par ce groupe. Là encore, d'un point de vue global, je conclus à une ***intangibilité au niveau professionnel*** de la notion d'incertitude. D'autant plus que la notion était citée et présentée à maintes reprises par les formateurs, dans le cadre de l'approche par l'enquête [obs-cr]. Dans le processus de travail de groupe, l'idée des incertitudes liées aux questions vives ne résonne pas avec les préoccupation des enseignants-stagiaires. C'est finalement un phénomène assez transversal dans mon enquête de terrain : pour parler d'incertitude, il faut que je pose explicitement la question en appuyant le mot et en insistant parfois plusieurs fois sur son usage. D'autres thématiques de discussion ont pris naturellement beaucoup plus de place, dont la problématique extrêmement récurrente et apparemment cruciale pour les enseignants-stagiaires de la neutralité [obs-cr]. Les échanges autour de la recherche d'informations ou des insuffisances de la formation professionnelle ont également été proéminents et émergeaient de façon plus spontanée.

Suite à ce constat, et c'est l'objet de la suite de mon analyse, l'enjeu est de lire entre les lignes. Si le signifiant "incertitude" ne fait pas sens, cela veut-il dire que nous n'avons jamais parlé d'indétermination ? Certainement pas. En discutant des enjeux autour de la transition agroécologique et de son enseignement, de multiples formes d'incertitudes ont été appréhendées.

2. Convergences thématiques autour de l'usage du terme "incertitude"

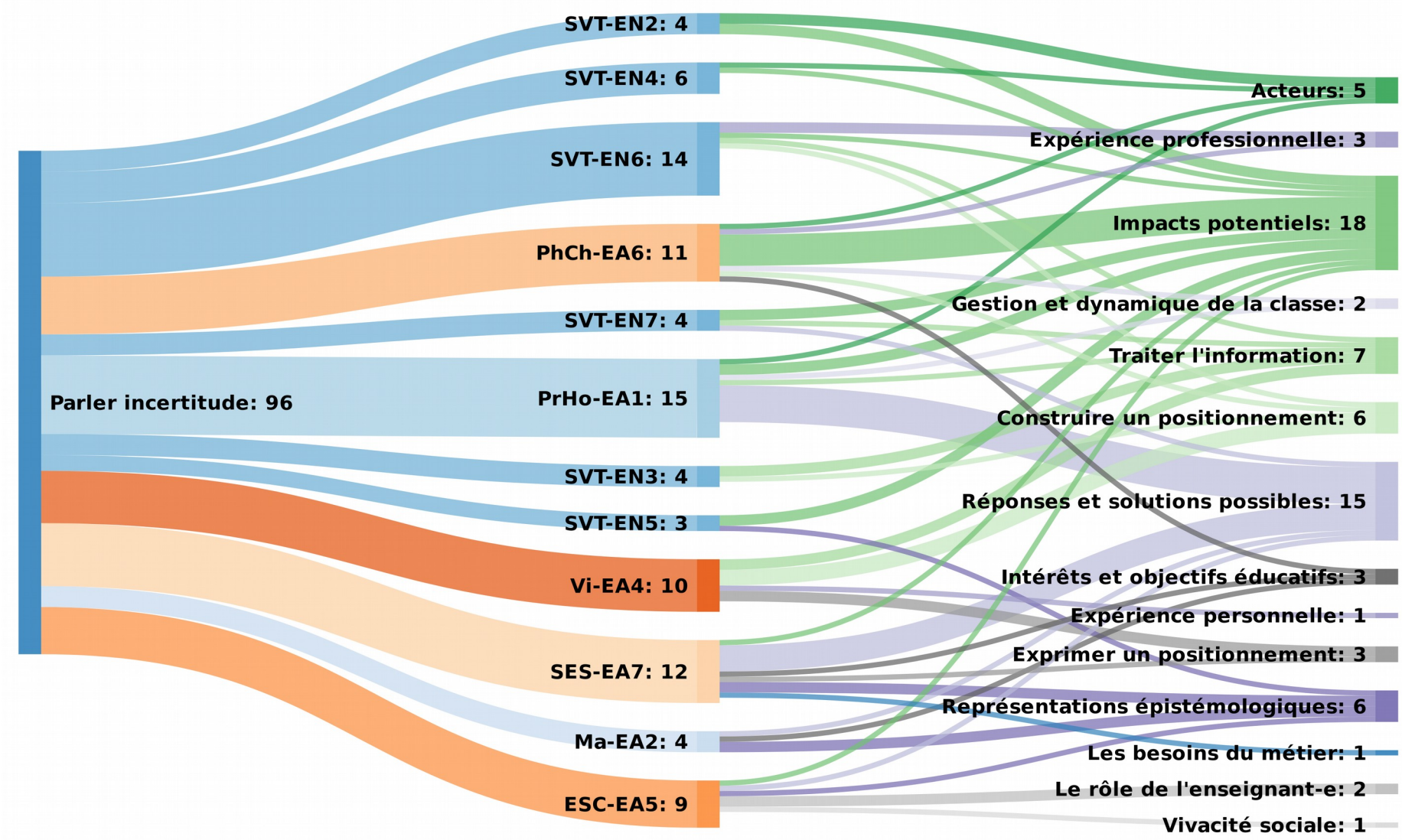
Quelles catégories thématiques sont associées dans les unités de sens discutant du terme incertitude ? La figure suivante, un diagramme de Sankey, matérialise les imbrications de la catégorie « Parler incertitude » avec les autres catégories existantes. À gauche, sur l'axe primaire, figure le nombre d'unités de sens des discussions catégorisées sous l'étiquette « Parler incertitude ». Sur l'axe secondaire, au milieu de la figure apparaît leur répartition dans les différentes discussions individuelles que j'ai eues avec les enseignantes. SVT-EN1, SVT-EN8 et GeCo-EA3 n'y figurent pas car malgré le fait que je pose explicitement la question de l'usage du mot incertitude, les réponses à ma question portaient sur d'autres thèmes et ont donc été étiquetées sous d'autres catégories que la catégorie « Parler incertitude ». À droite, sur l'axe tertiaire est ensuite matérialisée la répartition des mêmes unités de sens (celles ayant donc fait l'objet d'un codage multithématique) dans les autres catégories. Par exemple, l'unité de sens suivante a été étiquetée dans deux catégories,

> Nathalie : Donc y a des choses, voilà. On va dire tu vas boire, prendre du curare, tu va mourir. Bon là je suis d'accord (rires). Y a une action, c'est montré, c'est scientifique. Mais voilà pour certaines questions comme ça, par exemple du côté huile de palme, santé, je pense qu'il y a une incertitude. On sait pas. [SVT-EN5]

Ces deux catégories sont « Parler incertitude » (nous discutons de l'usage du mot) et « Impacts potentiels » (Nathalie souligne l'incertitude du lien de cause à effet entre la consommation d'huile de palme et la santé d'une personne). Dans le cas suivant, l'unité de sens n'a au contraire été classée que dans la catégorie « Parler incertitude », puisqu'elle ne fait référence qu'à l'usage du mot sans renvoyer clairement à une autre catégorie thématique :

> Danielle : Je vois ce dont tu parles. Je trouve que le terme est fort. Ouais, quand tu l'as prononcé, euh… Au même titre que le terme certitude est assez fort. [ESC-EA5]

Figure 11. Convergences de la catégorie thématique « Parler incertitude » avec les autres catégories ou sous-catégories thématiques



Que retenir de ces phénomènes de convergence ? Le nombre d'unités de sens catégorisées sous l'étiquette « Parler incertitude » (96) est faible si on le compare au volume important des discussions. C'est déjà sur la nature des questions vives que portent davantage les échanges autour de l'incertitude : 38 unités de sens sur 58 multi-étiquettes « Parler incertitude » au total portent sur le thème « Les questions vives ». Globalement, deux de ses sous-catégories thématiques ont été davantage associées que les autres avec la catégorie « Parler incertitude » : les « Impacts potentiels » (18 multi-étiquettes) et les « Réponses et solutions possibles » (14 multi-étiquettes). Si, au-delà d'un simple étiquetage, une analyse plus poussée du sens des discussions est nécessaire, ces répartitions thématiques donnent tout de même des premières orientations. Le fait que ces questions interrogent les effets probables ou avérés de l'usage d'une technologie et le fait qu'elles soulèvent plusieurs réponses possibles sont structurellement associés à la perception de l'incertitude. La deuxième catégorie la plus associée est « Le positionnement » (9 multi-étiquettes). C'est un des éléments inattendus de mon travail d'enquête, en lien avec la thématique du rapport aux sources qui comporte 7 multi-étiquettes (et qui constitue un des axes d'analyse que je détaille par la suite). La catégorie « Enseigner les questions vives » n'est quant à elle que peu adossée au fait de « Parler incertitude » (5 multi-étiquettes), alors qu'elle représente une catégorie importante sur l'ensemble du contenu des discussions. Cela ne veut pas dire que la perception de l'incertitude ne porte pas du tout sur l'activité d'enseignement. Disons qu'elle est exprimée autrement, à travers la nature des questions vives qui, si elles sont enseignées, provoquent par effet de rebond d'autres incertitudes entre les murs de la classe (j'y reviendrai également).

Il est également possible de remarquer que les discussions avec les enseignants de l'enseignement agricole (étiquettes EA) comportent davantage de contenus associés au thème « Parler incertitude » que les discussions avec les enseignants de SVT dans l'éducation nationale (étiquettes EN). Cela signifie-t-il déjà que la notion d'incertitude est plus explicite dans le contexte éducatif de l'enseignement agricole ? J'y apporterai des pistes de réponses par la suite. A minima, je peux déjà constater que cette partie des échanges pendant laquelle nous utilisions le mot "incertitude" a suscité davantage d'échanges avec les enseignants de l'enseignement agricole et a renvoyé à davantage de thématiques associées.

Par la suite, en me focalisant tout d'abord sur le contenu précis des deux catégories saillantes « Impacts potentiels » et « Réponses et solutions possibles », mais aussi en explorant les autres convergences thématiques, même ténues, j'ai tenté de caractériser les significations que prenait le terme d'incertitude dans le discours des enseignantes.

3. Des significations plurielles pour une compréhension actualisée des incertitudes socio-épistémiques

Incertitude quant aux impacts potentiels

Commençons à explorer les significations de l'incertitude avancées par les enseignants à travers la convergence thématique avec la question des impacts potentiels d'une avancée technoscientifique.

Les controverses interrogent l'avenir. Le caractère incertain est alors défini comme une éventualité pouvant advenir dans le futur. Madeleine, enseignante de physique-chimie en lycée agricole, discute avec moi de la question vive de l'exploitation des gaz de schiste. Pour elle, dans le débat public, les acteurs se positionnent par rapport à des dégâts éventuels qui doivent être imaginés, pour reprendre son mot.

> Madeleine : Ouais, t'es déjà dans la projection. Moi l'incertitude je l'associe en fait à un truc futur. Je pense quelque chose qui peut arriver que t'as pas maîtrisé. [PhCh-EA6]

C'est le mouvement prospectif et l'étendue des possibles à venir qui, pour elle, soulève l'incertitude. *On sait qu'on ne sait pas parce que cela n'est pas encore arrivé*. Mais, d'autre part, le caractère incertain est défini par d'autres comme notre incapacité à connaître précisément les effets d'une technoscience déjà existante et mise en oeuvre. Dans le cas des abeilles par exemple, les impacts des pesticides sur leur disparition seraient difficiles à isoler. Pour certains enseignants, la relation de cause à effet est incertaine dans ses facteurs et dans son importance. *On sait qu'on ne sait pas parce qu'on ne peut caractériser ce qui advient déjà*. La proéminence de cette forme d'incertitude autour des impacts est contextualisée de trois façons différentes dans les discussions. Soit c'est la temporalité qui la fait exister (ce qui arrivera dans le futur ne peut être déterminé), soit elle est due à des explications épistémologiques (les sciences sont dans l'incapacité de déterminer tel ou tel phénomène), soit elle mélange des considérations épistémologiques et socio-politiques (les technosciences sont instrumentalisées pour rendre invisibles des impacts potentiels ou pour surévaluer l'un d'entre eux). C'est notamment ce que dit Jérôme sur la même question de la disparition des abeilles.

> Jérôme : Après, il faut voir si les tests qui ont été faits pour montrer que les pesticides sont, agissent en gros sur les pollinisateurs ont été bien réalisés. Qu'il y ait des bonnes critiques statistiques dessus, etc. Donc là il peut y avoir un autre flou. On le sait : il y a des études qui sont… Comment dire ? Selon qui la fait et qui la subventionne, surtout aux États-Unis parce qu'ils regardent pas d'où viennent les sous... [SVT-EN2]

Ici, le « flou » naît de l'instrumentalisation de certaines études scientifiques – ou de l'absence de déontologie de ceux et celles qui les produisent – qui empêche de bien comprendre les impacts potentiels de l'usage des pesticides. Cette forme d'incertitude se mêle parfois à une autre forme que je détaille ultérieurement quant à la nature des savoirs scientifiques mobilisés dans une question controversée. Je la distingue toutefois parce que, dans les propos des acteurs avec qui j'ai discuté, c'est bien la difficile appréhension des effets qui génère de l'indétermination. Les doutes autour des études et des modes de production scientifique sont un des facteurs possibles pouvant accentuer l'incertitude des impacts, mais ils ne sont pas fondamentaux. Ils ne sont que des doses supplémentaires de carburant injectées dans le moteur de l'indétermination. En tout cas, la manière dont cette incertitude est signifiée par les enseignants présente finalement quelques similitudes avec l'incertitude des effets que je définis dans mon approche théorique.

Incertitude quant aux réponses et solutions possibles

Les controverses s'habillent de points d'interrogations. C'est dans l'absence ou la multiplicité de réponses venant clôturer ces interrogations qu'intervient une forme d'incertitude pour les enseignantes. Dans la matérialisation d'une question vive dans l'espace social, il y aurait d'abord un mouvement d'élaboration d'un constat, plus ou moins critique en fonction de la gravité de la situation. Dans le cas de la

transition agroécologique, le constat est en effet partagé par un ensemble d'acteurs : enjeux environnemental, agricole et sanitaire sont profondément liés dans la nécessité de faire évoluer des pratiques insoutenables pour l'équilibre des écosystèmes, l'impératif alimentaire et la santé des générations actuelles et futures. Mais c'est bien dans la manière de résoudre cette équation à multiples entrées – c'est-à-dire à propos de la dynamique de transition socio-technique – que l'indétermination apparaît plus importante encore. Fanny, enseignante de Production horticoles en BTS, l'exprime en reformulant le problème posé.

> Fanny : Je pense que l'incertitude elle est dans la réponse. Elle est pas dans la… enfin, même, elle est pas dans les questions "est-ce qu'on sait qu'on aura du monde à nourrir telle année ?". Ça, le constat, tout le monde peut le partager. Mais comment on y répond ? [PrHo-EA1]

Pour Fanny, la difficulté d'y répondre dépend de la mobilisation d'« un mélange de choses acquises », d'informations qui peuvent être collectées auprès de différents interlocuteurs et sources. Une réponse proposée par un acteur peut tout à fait être différente si c'est un autre acteur qui l'émet, puisque les « choses » qui fondent la réponse sont alors de nature différente. Un producteur de pesticide mettant un nouveau produit sur le marché et affirmant, étude scientifique à l'appui, que ce produit est à la fois efficace et inoffensif pour la santé et l'environnement pourra être contredit par une autre étude scientifique[130]. Si une réponse est valable pour l'un, elle n'est pas forcément valable pour les autres, et ce en fonction d'une pluralité de facteurs. Fanny illustre également son propos avec la question de la meilleure méthode de greffe, faisant j'imagine référence à sa discipline d'enseignement. À la question "quelle est la meilleure manière de greffer ?", elle répond « eh ben il y a deux façons de greffer quoi ». À cette incertitude de la réponse s'ajoutent d'autres formes, comme une chaîne de dominos qui tomberaient les uns après les autres : « mais comment on y répond, qui va répondre, et quelle est la légitimité à cette personne à y répondre, et est-ce qu'il y a des pressions pour répondre… ? ». Cette forme d'incertitude autour des réponses potentielles aux controverses interroge aussi la notion de modèle agricole. Les enseignants mettent régulièrement en question cette notion de modèle, prenant tour à tour la signification de pratiques agronomiques à imiter, de prescriptions institutionnelles, de réponses apportées par des acteurs ou de cahiers des charges de production agricole. L'incertitude persistant autour des réponses potentielles remet en cause le statut de ces modèles, que ce soit dans un cadre technique ou éducatif. Mylène, enseignante de sciences économiques et sociales en lycée agricole, a l'habitude d'utiliser la notion de modèle. Elle m'a expliqué qu'en découvrant le terme "incertitude" en formation à l'ENSFEA, elle a mis un mot sur une indétermination qu'elle identifiait déjà dans la relativité des réponses qu'apportent les différents modèles.

> Mylène : Je sentais bien que y a des incertitudes sur les différents modèles, mais je mettais pas les mots et du coup j'étais pas capable de leur expliquer clairement [aux élèves] que ce sont les incertitudes qui font qu'on n'a pas de réponse absolue, parce que dans le temps ça peut changer dans un contexte. [PhCh-EA7]

[130] Tout le débat autour du renouvellement du glyphosate est à ce titre édifiant. Monsanto, entreprise productrice de l'herbicide sous la marque « Roundup » et qui en tire un bénéfice financier important, présente son produit comme étant une des solutions agricoles réconciliant productivité et maintien de l'équilibre écosystémique (et cherche donc une transition selon une logique de reproduction et d'auto-renforcement du système socio-technique déjà en place). Les études et contre-expertises allant à l'encontre de cet argument publicitaire s'accumulent pourtant, et tendent à montrer que le glyphosate est plutôt une composante du problème…

La réponse à un problème n'est donc pas « absolue » et le changement d'époque et de contexte peut la modifier. Dans ces caractéristiques exprimées par les enseignantes, cette forme d'incertitude se rapproche d'une certaine manière de ce que j'ai théoriquement appelé l'incertitude des décisions : la réponse à apporter n'existe pas, ou n'est pas évidente, ou est tellement multiple qu'elle en devient incertaine.

Il est toutefois à noter qu'une dimension pour moi prégnante de cette signification de l'incertitude apparaît peu dans les échanges avec les enseignantes. L'incertitude autour des modes et espaces de décision, c'est-à-dire des dispositifs qui permettent justement d'explorer les possibilités de réponses à une controverse n'est que très peu évoquée, tout comme l'enjeu de la légitimité des acteurs qui peuvent y intervenir. Dans le cas de la ZAD[131] de Notre-Dame-des-Landes, par exemple, cette forme d'incertitude est primordiale : suite à l'abandon de l'aéroport, qui est légitime pour occuper les terres initialement préemptées par l'État pour la construction du projet ? Les militants zadistes qui les cultivent depuis plus d'une dizaine d'années, les agriculteurs expulsés, les agriculteurs voisins, les habitants de la commune, des citoyens tirés au sort, des volontaires dont le projet correspond aux critères de la Préfecture de Loire-Atlantique, etc ? Et qui doit décider avec qui, dans une possible hybridation des acteurs : l'État, les collectivités, l'ACIPA (l'association regroupant les opposants), le collectif des zadistes ? En l'occurrence, l'État a décidé d'utiliser la force en avril 2018 pour expulser les zadistes et ainsi imposer ses conditions. Mais dans un véritable processus démocratique, ces enjeux auraient été discutés par les acteurs. Dans la production d'une solution viable venant clôturer[132] des dizaines d'années de controverses, l'appréhension de cette incertitude est un enjeu central. C'est également le cas dans la question de la transition agroécologique : les projections dans le futur déterminent plusieurs échelles potentielles de structuration de l'agroécologie, et le choix – démocratique ou non – de ces échelles et espaces de décision (bassins agroécologiques régionaux, politiques nationales, enjeux mondialisés, etc) sont des facteurs cruciaux dans le visage que prendra cette transition sociotechnique. Il y donc là une différence de perception entre ma position théorique et ce qu'ont exprimé les enseignantes. Et si les enseignantes n'évoquent que peu cette forme, est-ce parce qu'elle est intangible pour la majorité d'entre elles, ou est-ce parce que le cadre prescriptif dans lequel elles agissent ne laissent que peu de place à ce genre d'interrogations ?

Incertitude épistémologique

Les controverses mobilisent des savoirs qui sont utilisés par les acteurs impliqués. Le statut du savoir technoscientifique (ou savoir de référence, dans un cadre didactique), qui est le genre de savoir qui m'intéresse ici, crée de l'indétermination. Un enseignant-stagiaire de SVT, Fabien, s'interroge à ce titre sur la controverse de la disparition des abeilles. Cette controverse revient dans la discussion parce qu'elle

[131] La « Zone d'Aménagement Différée », c'est-à-dire l'espace sur lequel devait être construit le futur aéroport, transformée en Zone À Défendre (pour sa biodiversité et son potentiel agricole) par les opposants au projet.

[132] Non pas que la clôture d'une controverse soit obligatoire, chacune ayant sa dynamique propre, mais, dans le cas de l'aéroport de Notre-Dame-des-Landes, l'abandon du projet vient de facto y mettre un point plus ou moins final. Comme l'actualité l'a montré, sa vivacité se reporte alors sur d'autres questions (la notion de propriété agraire, le rapport à l'autorité institutionnelle et aux violences policières, les systèmes agricoles et sociaux qui seront mis en place sur le territoire de la ZAD, etc).

est la question étudiée par le groupe de Fabien dans le travail de formation mais, aussi, comme pour Jérôme (SVT-EN2), parce que *l'enjeu de la mobilisation du savoir* autour des phénomènes à l'origine de la controverse est dans ce cas particulièrement fort.

> Fabien : Quand on parle de ça [d'incertitude], ça peut être des incertitudes de mesures. Genre on a vu que les abeilles disparaissaient mais ok. Elles disparaissent mais à quelle échelle ? Où dans le monde ? Et est-ce qu'on a déjà connu ça avant et est-ce que c'est normal ? Et est-ce que c'est pas autre chose ? [SVT-EN6]

Cette incertitude est à califourchon entre une forme distinguée en début de mon analyse (l'incertitude des impacts) et une incertitude épistémologique. Notamment parce que Fabien, contrairement à Jérôme, parle d'incertitude de mesures. À la base même du problème posé, c'est-à-dire au niveau de l'état de connaissance que nous avons du phénomène problématique, la conscience qu'il a de cette incertitude l'amène à énoncer une suite d'interrogations (dont une partie reste numéraire : combien d'abeilles disparaissent ? Plus ou moins qu'avant ?). Le savoir produit pour répondre à ces questions est chargé d'indétermination parce qu'il serait incertain dans la mesure qu'il propose, dans sa précision, dans sa circonscription, et finalement dans sa prétention à décrire le vrai, avant même d'être impliqué dans des positionnements au sein de la controverse. Cette orientation donnée par Fabien peut en partie s'expliquer par son parcours : avant de s'orienter vers l'enseignement, il avait suivi un cursus de mécanique. L'évocation des incertitudes est pour lui associée à des « capteurs tampons »[133] et des « intervalles » de mesure qu'il avait déjà manipulés dans un autre contexte, tout en relativisant lui-même la signification d'un tel mot précisément en fonction de ce contexte. En effet, après avoir discuté du cas des abeilles, il relativise sa portée par des différences de points de vue disciplinaires.

> Fabien : Ça dépend justement de quel point de vue tu poses et dans quel domaine. (...) Tu vois, le cœur en biologie c'est pas le cœur en littérature. C'est pareil, sauf que ça s'écrit pareil, au fond c'est la même chose. Mais bon, c'est pas le même ressenti parce que c'est pas les mêmes acteurs, c'est pas le même sujet quoi… [SVT-EN6]

Il y aurait donc une tangibilité relative du terme incertitude en fonction de son territoire de compréhension. En fonction des disciplines scientifiques enseignées, notamment ? Je peux mettre cette conception en parallèle avec celle de Nathalie, également enseignante-stagiaire de SVT, qui affirme la spécificité épistémologique de la biologie quant à la présence d'incertitudes.

> Nathalie : Il y a une part qui n'est pas démontrée par A+B, mais en même temps c'est normal parce que dans les sciences de la vie et de la terre, c'est les sciences du vivant, de la nature. [SVT-EN5]

La spécificité tient ici autant à l'objet des sciences biologiques, le « vivant », qu'aux méthodes qui permettent de le comprendre, de le cerner. À ce moment de notre échange, nous discutons du lien entre la consommation d'huile de palme et la santé humaine. L'incertitude propre à la nature épistémologique de la biologie prend alors corps dans les conditions de mise en œuvre des études qui pourraient éclairer l'existence, ou l'inexistence, de ce lien.

---

[133] Les « capteurs tampons » évoqués par Fabien font référence à un type de capteurs utilisé dans la construction automobile pour mesurer différents types de données (usures de certaines pièces, niveaux de liquides, etc). Ces capteurs utilisent des technologies variées (tampon organique, tampon virtuel) pour effectuer ces mesures et sont soumis à des limites techniques qui contribuent à produire des incertitudes dans la production des données.

> Nathalie : Les études, ça demande plusieurs années... Il faut qu'il y ait une statistique suffisamment longue. Les études épidémiologiques, c'est difficile à faire. Y en a qui abandonnent l'essai en cours de temps et du coup on n'a pas suffisamment de recul je pense aussi. Ça crée une incertitude. [SVT-EN5]

Le point de départ de cette incertitude est donc une difficulté épistémologique : pouvoir (ou non) montrer une influence de l'ingestion d'huile de palme sur l'émergence de pathologies chez l'humain, ce qui nécessite un certain nombre de conditions d'études comme une temporalité suffisante pour être signifiante sur le plan épidémiologique. L'acquisition d'une forme de certitude scientifique prendrait par conséquent des « années ». L'incertitude relatée par Nathalie porte sur la documentation scientifique de l'objet étudié, c'est-à-dire une indétermination concernant la *compréhension* du phénomène. Mais elle porte aussi sur ce qui fait sens scientifiquement pour alimenter (ou clôturer) la controverse, c'est-à-dire une indétermination épistémologique de la *validité* des arguments portant sur le phénomène. Dans la dynamique des questions socialement vives, cette forme d'incertitude renvoie donc, en tant que constituante, aux autres formes socio-épistémiques.

Suite à ces considérations concernant les études épidémiologiques, Nathalie évoque le cas de certaines de ses élèves ayant des affinités avec les mathématiques qui, en classe de SVT, affirment que les SVT ne sont pas des sciences étant donné qu'elles ne mobilisent pas des axiomes permettant d'établir de manière logique un raisonnement fondant la certitude (comme le réaliseraient au contraire les mathématiques). Il y aurait donc des disciplines scientifiques qui, dans la représentation des élèves, comme des enseignantes d'ailleurs, seraient plus ou moins vectrices d'incertitude. Ma conversation avec Stéphane (enseignant-stagiaire de mathématiques en lycée agricole, aussi paysan) m'a amené à être de nouveau confronté à cette représentation d'une épistémologie régionale (propre à une discipline) dans le discours des acteurs.

> Stéphane : C'est le souci de ma matière : c'est que les QSV, finalement, y a en pas des masses. Donc réellement, sur l'utilisation réelle des QSV en classe, en mathématiques, comme c'est tellement des formules, c'est des trucs qui sont prouvés. On n'est jamais sur du flou, c'est toujours des trucs concrets, y a des résultats et c'est comme ça et c'est pas autrement. [Ma-EA2]

Ici, pour moi, le début de son propos est lié au cadrage opéré par le curriculum. Les mathématiques ne laissent pas la place aux questions socialement vives, en tant que discipline d'enseignement encadrée par l'institution (alors qu'on pourrait très bien imaginer un cours utilisant les mathématiques en tant que technique appliquée à un objet de controverse et interroger la représentation du monde que propose épistémologiquement cette discipline). La suite du propos opère une délimitation complètement étanche entre des objets qui seraient « concrets » ainsi que des « résultats » ayant valeur de preuves, et des questions vives liées au qualificatif de « flou ». D'une part, il y aurait l'exactitude mathématique ne laissant absolument pas la place à l'indétermination (« c'est comme ça et c'est pas autrement » est une conclusion somme toute assez radicale) et, d'autre part, une ouverture et une instabilité fondant l'incompatibilité avec la discipline. Pourtant, dans la continuité de la discussion, nous évoquons la place qui pourrait être laissée à l'étude de l'incertitude en mathématiques, ce qui nous amène au sujet des incertitudes de mesures notamment.

> Stéphane : C'est un truc [les incertitudes de mesures] qui est vraiment réel sur les cal-

> culs, surtout sur les probabilités, sur les échantillonnages, ou quand on fait des... Enfin, on a toujours un pourcentage d'erreur qui est important à analyser et on l'analyse pas n'importe comment. Et justement on nous [les enseignants de mathématiques] appelle jamais sur ce cas justement d'incertitude qu'on dit risque de cinq pour cent. Ça veut dire quelque chose quand même ce risque de cinq pour cent, ça a pas été fait là au hasard ! [Ma-EA2]

Je l'ai bien senti dans la discussion et dans l'enthousiasme et la demande qu'exprimait Stéphane pour ce type d'enseignement : il cherche à laisser de la place à ces incertitudes parce que, premièrement et il le dit lui-même, en tant que paysan il est habitué à vivre et travailler dans des contextes incertains (j'y reviendrai) et, deuxièmement, en tant qu'enseignant il trouve des vertus éducatives à la mise en visibilité de l'incertitude en classe. Mais il a fallu y réfléchir ensemble et chercher dans quels recoins du cadrage disciplinaire il y aurait éventuellement de la place pour ce genre d'orientation éducative. Le profil très incertitudophile de Stéphane, assez singulier, facilite évidemment les choses puisqu'on peut supposer que des enseignants de la même discipline mais beaucoup moins volontaires concernant ces aspects pourraient tout à fait ne jamais parler d'incertitude pendant une carrière entière. Une autre clôture épistémologique est apparue dans le discours de Mylène, faisant la distinction entre une incertitude dite « scientifique » (qu'elle associe préalablement à la constante évolution des savoirs) et une incertitude associée à la nature des « sciences humaines »[134].

> Mylène : Oui, incertitude scientifique. Et puis aussi, incertitude je dirais en sciences humaines aussi. Quand, voilà… en sociologie, le module M21 par exemple, on aborde les approches sociologiques. Voilà, je crois que là il y a beaucoup d'incertitudes parce qu'on a des explications aujourd'hui, d'effets de société, parce qu'on a la société avec ses composantes… [SES-EA7]

Je considère que Mylène relate une incertitude épistémologique au même titre que les autres enseignants, mais l'applique à la spécificité de la sociologie autant au niveau de l'objet d'étude que sont les dynamiques sociales (plus tard, elle affirme qu'« on est sur des objets d'études qui sont tellement insaisissables ») qu'au niveau du travail d'enquête sociologique (« avec tellement d'éléments qui peuvent faire bouger les lignes »). Les questions socialement vives seraient d'autant plus vectrices d'incertitudes qu'elles soulèveraient des problèmes socio-scientifiques, mêlant différents types de sciences et par conséquent leurs incertitudes épistémologiques.

D'autres enseignantes, Blanca [Vi-EA4] et Danielle [ESC-EA5], préfèrent substituer spontanément le terme de "doute" à celui d'"incertitude", ce qui leur permet d'opérer un décalage quant à la signification que je propose implicitement. Dans le cas de Blanca, enseignante de viticulture, l'incertitude est associée à la mobilisation du doute pour une praxis personnelle, c'est-à-dire à l'application d'un scepticisme constant, d'une remise en cause perpétuelle de la justesse de ses actions, ce qui ne l'empêche pas par ailleurs d'agir. Danielle, enseignante d'éducation socio-culturelle, met sur le même plan incertitude et doute en relation avec sa signification dans le domaine scientifique (scepticisme méthodologique). Danielle applique elle aussi

[134] Mylène cite à ce sujet le module numéro 21, module commun du référentiel du Brevet Supérieur de Technicien Agricole (que je n'ai pas intégré dans mon analyse curriculaire puisque ce n'était pas le niveau scolaire pertinent en terme de comparatisme). Ce module intitulé « Organisation économique, sociale et juridique » aborde d'abord séparément les « démarches et méthodes des sciences sociales » et le « fonctionnement de l'économie », puis tisse des connexions entre les dynamiques économiques et sociales de la mondialisation.

l'exercice de ce doute sur le plan personnel de ses pratiques d'enseignement. Avec un passé militant, tourné vers la promotion de pratiques agricoles alternatives (permaculture) et une discipline d'enseignement dont les principes proviennent en partie des courants de l'éducation populaire, il me semble que Danielle parle davantage d'esprit critique que, à mon sens, d'incertitude. Mais ce pas de côté dans nos échanges est signifiant : le terme d'incertitude étant relativement intangible pour elles, Blanca et Danielle utilisent alors un autre terme renvoyant à une incertitude plus ontologique (*il faut douter de tout*). Clairement, dans mon approche, on est dans ce cas sorti du statut d'indétermination puisque l'usage du scepticisme, que ce soit dans la science ou dans la critique réflexive d'une action, ne relève pas de l'indétermination (*on sait qu'on ne sait pas*) mais bien du doute (*on remet en cause ce que l'on sait ou fait*).

Finalement, de manière générale, j'estime qu'il y a des cultures disciplinaires (en fait issues d'épistémologies régionales) plus ou moins incertitudo-compatibles. Les mathématiques, en tout cas dans la forme rationaliste réaliste dominante dans laquelle elles sont majoritairement enseignées aujourd'hui mais aussi dans la vision qu'en ont les enseignants de mathématiques et d'autres disciplines, sont une discipline faiblement incertitudo-compatible. Les SVT, comme nous l'avons vu, seraient au milieu du gué. Sciences du vivant, donc d'un objet d'étude dont l'enchevêtrement et la variabilité des composantes créent une incertitude épistémique, elles restent pourtant considérées dans le discours des enseignantes comme une discipline de science "dure", ses conclusions étant donc gratifiées d'une forme de "rationalité" qui vaut statut de certitude. Sur l'autre rive, en face, on pourrait placer l'enseignement socio-culturel de l'enseignement agricole ou des sciences sociales critiques (qui n'existent pas en tant que telles comme disciplines d'enseignement mais qui peuvent transparaître dans certains modules ou contenus), pour le coup très incertitudo-compatibles. Mon but est ici de décrire un paysage varié et non pas de prôner un écrasement des cultures disciplinaires (il est assez évident que mathématiques et ESC ne pourront jamais être placés sur le même plan épistémologique, là n'est pas l'objectif). Ceci-dit, dans le cadre d'une évolution des référentiels d'enseignement qui aille dans le sens que je promeus dans mon travail, on pourrait tout à fait imaginer identifier, toujours dans le cadre de cultures disciplinaires spécifiques, davantage d'espaces d'exploration des incertitudes, en maths comme en agronomie, en physique-chimie comme en SVT. Ce travail de repositionnement des cultures disciplinaires est évidemment à placer en complémentarité avec la construction de modules interdisciplinaires qui, comme je l'ai analysé, semblent favoriser une plus grande appréhension des incertitudes.

Par rapport à ma conception théorique de l'incertitude épistémique, mes discussions avec les enseignants font ressortir des acceptions diverses d'une incertitude que j'identifie dans leurs discours comme étant épistémologique (dans le sens où elles concernent davantage les *conditions de production du savoir de référence* plutôt que la production *et* la mobilisation du savoir dans son contexte socio-politique). Si je résume les représentations de cette incertitude, elle s'incarnerait dans trois niveaux différents :

1. *une incertitude globale* située au niveau de *la nature évolutive des sciences* qui sous-entendrait qu'il n'existe pas de certitude scientifique universelle et permanente dans le temps (dans le discours des acteurs, j'ai l'impression que

cette représentation fait appel à une épistémologie du falsificationnisme ou de la réfutabilité plutôt que relativiste : les savoirs sont justes destinés à être complétés ou contredits par des avancées futures) ;

2. *une incertitude singulière* située au niveau de *l'épistémologie régionale des disciplines scientifiques* qui font référence pour les disciplines enseignées (les indéterminations sont donc ici d'ordre disciplinaire : par exemple, les mathématiques ne véhiculent pas les mêmes incertitudes que la sociologie) ;

3. *une incertitude contextuelle* située au niveau des *conditions de production d'un savoir scientifique donné* (l'étude peut être biaisée par des intérêts financiers ou politiques situés, ou alors ne pas être capable de déterminer un phénomène pour des raisons précises comme par exemple une échelle ou une temporalité d'étude trop faible pour prétendre analyser le phénomène en question).

Incertitude quant à la construction d'un positionnement

Les controverses clivent et créent un impératif de positionnement. Une autre forme d'incertitude, à laquelle je ne m'attendais pas, a été décrite par certains enseignants sur le plan de la formation des points de vue individuels à propos de ces controverses. À l'évocation du terme d'incertitude, Julien, enseignant-stagiaire de SVT, focalise sa perception de l'indétermination sur la construction de son raisonnement et sur l'interprétation de ceux des autres.

> Julien : Moi si tu me dis… si tu me parles d'incertitude dans une controverse, c'est justement parce qu'il y a rien de défini concrètement. Enfin, y a des choses de définies mais suivant les avis des individus, elles peuvent avoir un sens différent du coup. Ce sont, c'est l'interprétation de ces éléments qui propose une incertitude et pas les éléments eux-mêmes. [SVT-EN3]

La multiplicité des avis et des informations disponibles sur un problème donné l'amène en effet à une incertitude personnelle : celle de la difficulté à déterminer sa propre opinion. Dans ce cas, l'incertitude réside dans les variations de « sensibilité » des sujets (la sensibilité des autres ainsi que sa propre sensibilité, qui déterminent en partie la construction des opinions). Blanca, enseignante de viticulture en lycée agricole, se rapproche de cette signification sur le plan non pas d'une éventuelle difficulté à former son opinion mais plutôt à en faire comprendre la nuance de positionnement. J'en parlais sur le plan épistémologique : elle revendique une forme de scepticisme réflexif constant dans ses raisonnements et ses pratiques, faisant le pari de la complexité face à la tentation d'une réponse manichéenne.

> Blanca : Vous me demandez blanc ou noir, mais les choses ils sont toute une gamme de gris, et c'est nous qui devons un peu avoir une idée de où on veut se positionner. Mais il n'y a pas de noir ou blanc pour beaucoup de questions, pour beaucoup de situations... C'est des choix, des choix personnels. [Vi-EA4]

L'exercice de ce scepticisme crée précisément de l'incertitude pour elle dans le sens où elle considère qu'elle n'a aucun dogme et qu'elle se situe donc dans un perpétuel processus de repositionnement.

> Blanca : Ton curseur pendant toute, tu es en train de le… tu te crées ton référentiel. Tu te crées tes représentations. Tu les construis, tu les déconstruis, tu les reconstruis (…). Donc derrière il y a une incertitude. Parce que si j'étais certaine, eh ben je me remettrais jamais en cause. [Vi-EA4]

Le propos de Blanca, d'origine espagnole, prend d'autant plus de sens quand elle m'explique ensuite qu'elle a grandi en Espagne pendant la fin de la période franquiste. Son enfance a été marquée par la propagande de la dictature et une éducation familiale où la vérité politique ou religieuse venant d'en haut avait valeur de certitude définitive. Aujourd'hui, comme elle le dit, elle « ne supporte pas qu'on ne se pose pas des questions, qu'on accepte et qu'on avale ». Face à un « c'est comme ça », elle exerce donc constamment son esprit critique, ce qui, pour elle, se traduit en une incertitude individuelle de positionnement, une sorte d'incertitude cultivée comme un réflexe de raisonnement.

Dans le cas de Blanca, son rapport à l'incertitude est assez singulier, tout comme l'est son histoire de vie. Le cas de Julien [SVT-EN3], plus négatif dans son rapport à l'incertitude, relate de son côté un phénomène implicite lié à la recherche d'informations que j'ai identifié chez d'autres enseignants-stagiaires, principalement de SVT. Cet aspect dépasse nos échanges sur le terme "incertitude" et j'en ai fait un axe d'analyse dans le cheminement de mon enquête (à lire dans la partie suivante).

Incertitude d'enseignement

Seule une enseignante, Danielle (éducation socio-culturelle en lycée agricole), a explicitement associé l'incertitude à sa pratique enseignante. Elle le fait toujours avec la même orientation : la remise en question des certitudes acquises sur le plan professionnel comme garantie d'une évolution positive de ses pratiques. En somme, l'usage régulier du doute (qu'elle amalgame avec le terme d'incertitude) serait utilisé comme composante réflexive des compétences enseignantes. C'est là une approche intéressante de l'usage du scepticisme, car positive dans le sens et les implications que lui donnent Danielle, mais elle outrepasse pour moi la question de la tangibilité de l'incertitude. Concernant l'enquête en général, malgré l'absence de mentions explicites, j'ai toutefois perçu que la question des incertitudes mise en perspective avec l'enseignement des questions socialement vives est très importante pour les enseignantes. J'en ai donc fait un axe d'analyse (le troisième), associé à l'enjeu de la légitimité professionnelle.

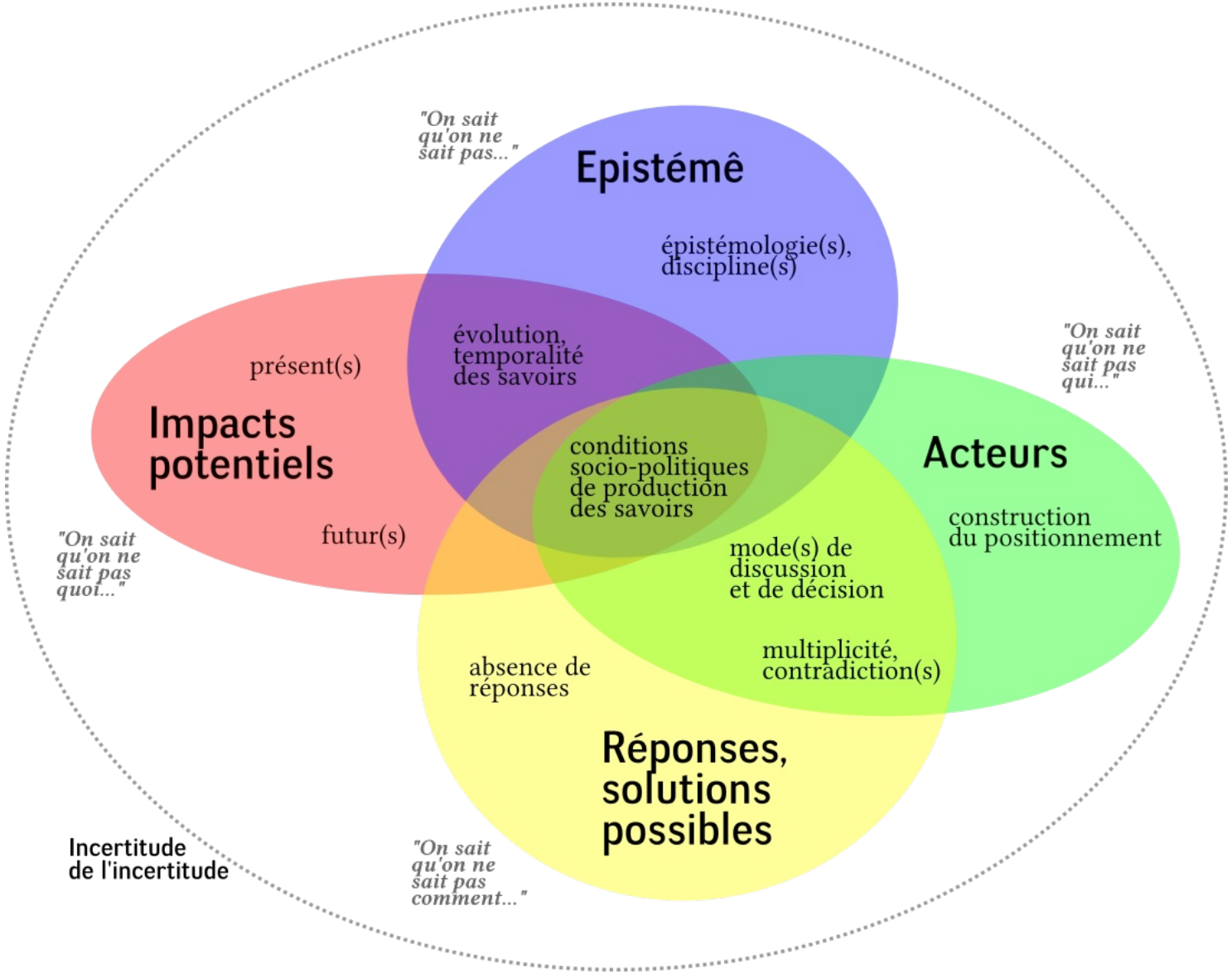
Des formes d'incertitudes socio-épistémiques : une compréhension renouvelée

Ce travail de terrain et les significations plurielles qu'il fait ressurgir actualisent grandement ma compréhension théorique de la notion d'incertitude. Jusqu'ici, mon analyse n'a porté que sur les passages des discussions et les catégories thématiques associées à la catégorie « Parler incertitude ». J'ai donc interrogé la mention explicite, effective, du terme "incertitude", soulignant d'abord sa relative inconsistance, en tant que mot, pour les acteurs avec qui j'ai discuté, détaillant ensuite les convergences thématiques et sémantiques de ce mot avec une pluralité de significations. D'un point de vue global, cela m'incite à affirmer que la notion d'incertitude est intangible et polysémique, et donc difficile à situer pour la plupart des enseignantes. Il est également possible de discuter ce résultat au regard de l'utilisation commune du terme "incertitude" : jargonneux, conceptualisant, habituellement utilisé par les grands médias nationaux à propos des questions économiques ou géo-politiques, il est peut être difficile à définir dans une discussion spontanée, non précédée d'un travail de préparation ou de contextualisation de la part des acteurs. Cette intangibilité, qui a plutôt été une surprise pour moi dans mon processus d'enquête, m'a

amené a m'intéresser à d'autres éléments moins évidents, moins visibles, car moins associés à la notion d'incertitude. Je détaille ces éléments en trois axes interprétatifs à suivre.

D'ici-là, je propose une actualisation de ma compréhension des formes d'incertitudes socio-épistémiques. La figure suivante donne à voir des ***territoires de déploiement des incertitudes***. Dans mon analyse théorique, je définissais cinq formes socio-épistémiques (incertitudes… épistémiques, des effets, des décisions, des acteurs et de l'incertitude). Je reprends les quatre premières formes avec une compréhension enrichie par l'enquête de terrain et les place en interaction : des éléments vecteurs d'incertitudes peuvent s'étendre sous plusieurs formes. Par exemple, la multiplicité d'acteurs engagés et de réponses possibles à une controverse et le débat contradictoire qui peut en résulter forment un seul élément commun à deux formes d'incertitudes préalablement identifiés, celui des acteurs, et celui des réponses et solutions possibles (que j'appelais initialement dans mon approche théorique l'incertitude des décisions). L'élément « conditions socio-politiques de production des savoirs » est un élément que j'ai retrouvé sous toutes les formes dans le cumul de mon analyse bibliographique et de l'analyse de mes données. Je l'ai donc placé au centre de la figure, ce qui m'apparaît en outre en cohérence avec ma posture épistémologique et une définition des incertitudes qui prenne en compte le grand partage, pour mieux le dépasser. La forme réflexive « Incertitude de l'incertitude » est quant à elle devenue une forme transversale.

Figure 12. Les territoires de l'incertitude, une actualisation de mon approche théorique par les résultats de l'enquête



Ces territoires de déploiement de l'incertitude peuvent être mis en perspective avec un autre élément que je n'avais pas identifié dans mon travail d'exploration théorique. En cherchant à percevoir la tangibilité du terme auprès des enseignantes, la variabilité des niveaux de réflexion sur le sens de ce terme m'a surpris. Ma question sur l'incertitude était toujours à peu près la même, formulée pareillement d'une discussion à l'autre, avec dans ma représentation un niveau de discussion très clair (le niveau socio-épistémique global des questions socialement vives abordées). Pourtant, dans nos échanges, des enseignants ont spontanément appréhendé cette question sur d'autres niveaux, comme le niveau personnel, avec l'enjeu de vivre l'incertitude à l'échelle d'une action ou d'un raisonnement individuel. Ces ***niveaux d'appréhension de l'incertitude*** ne sont pas apparus dans mes lectures en philosophie des sciences et en sociologie des controverses[135] . J'en dresse ici une synthèse, qui a valeur à la fois de résultat (éléments mis en valeur dans l'enquête que j'ai préalablement détaillés) et de prospective pour le questionnement de recherche qui est le mien (éléments sous forme d'hypothèses complémentaires de recherche). Apparaissent donc :

1. Un niveau *personnel* où les formes d'incertitudes peuvent être ressenties à l'échelle de l'élaboration ou de l'expression d'un raisonnement, d'une éthique, d'une pratique individuelles. Rapporté à l'enjeu éducatif, je peux imaginer qu'elles concernent des éléments liés à la pratique d'enseignement (les choix pédagogiques d'une enseignante, son "style" d'enseignement, ses engagements éventuels). Les facteurs qui influenceraient l'appréhension des incertitudes sur ce niveau sont donc d'ordre personnel (sensibilité à l'égard du déterminé ou de l'indéterminé, convictions citoyennes et professionnelles, pratiques issues de l'expérience du sujet, etc).

2. Un niveau *professionnel* où les incertitudes seraient relatives à l'enseignement d'une discipline, aux contours du cadre dessiné par la prescription officielle et institutionnelle, et aux éventuelles marges de manœuvre laissées par l'ensemble d'un système qui caractérise un collectif. Comment ces incertitudes sont-elles vécues à des niveaux collectifs différents (les enseignantes d'une discipline, les enseignantes en tant que genre professionnel, le milieu éducatif en général, etc) et comment ces niveaux s'ajustent-ils ?

3. Un niveau *épistémologique* où les incertitudes portent sur les savoirs technoscientifiques de référence, leur nature, leurs conditions de production, leurs conditions de diffusion, et leur prétention ontologique à décrire des phénomènes qui seront ensuite discutés, en partie par le biais de ces savoirs scientifiques, dans différentes sphères sociales.

4. Un niveau *socio-politique* plus large sur l'échelle de la controverse où les incertitudes concernent les sociétés dans leur ensemble, les acteurs qui y interviennent, l'usage argumentatif des savoirs, et les réponses qui doivent être apportées face aux problématiques socio-scientifiques, qu'elles soient présentes ou futures.

Comment ces niveaux s'influencent-ils ? Est-ce que la conviction personnelle d'un

[135] Il y aurait notamment des pans entiers d'autres champs disciplinaires qui pourraient compléter cette analyse, notamment en psychologie à propos du rapport à l'incertitude sur le plan individuel, mais ce n'était pas là ma porte d'entrée sur mon objet d'étude.

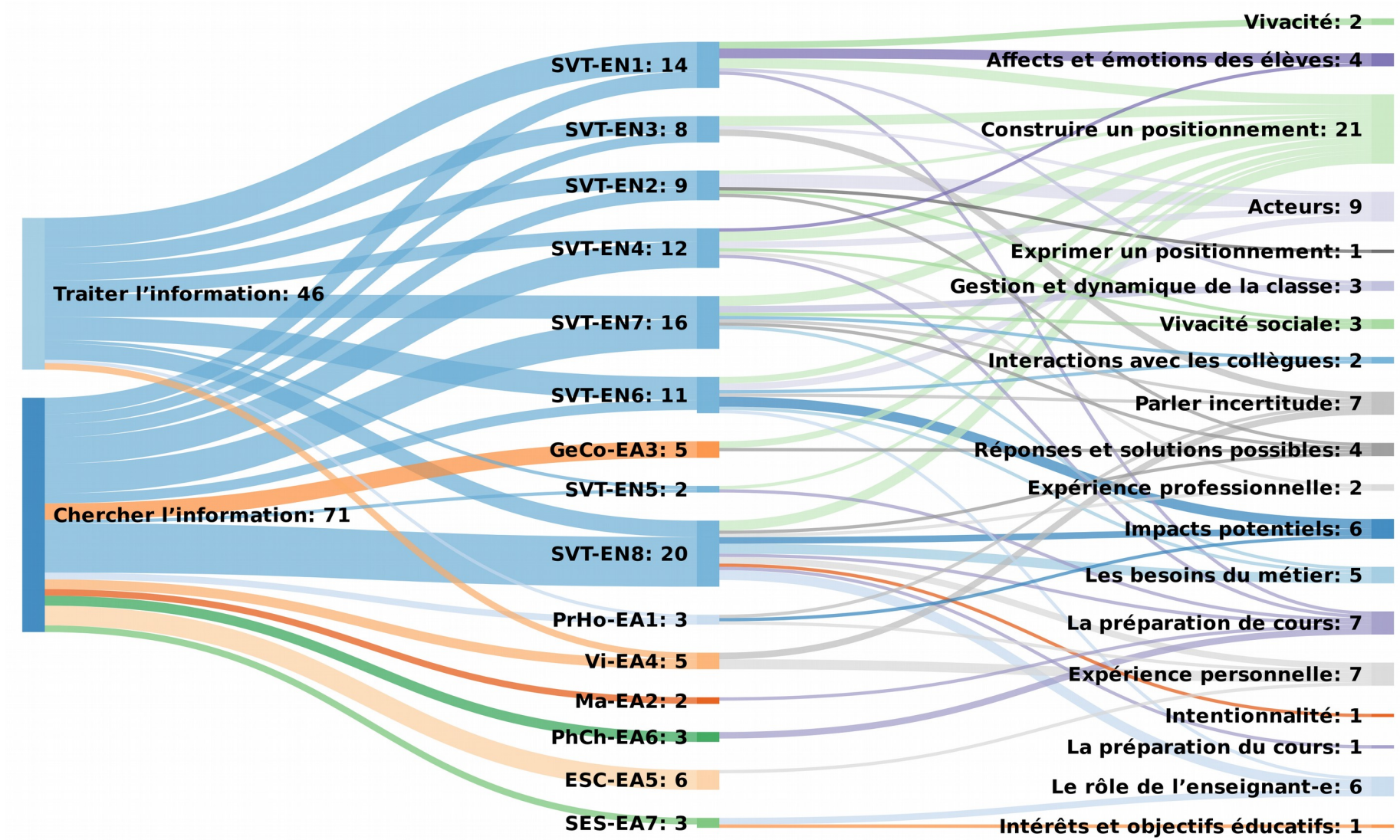
enseignant incertitudophile cherchant à accentuer la compréhension des indéterminations dans l'enseignement d'une question socialement vive pourrait aller à l'encontre d'une prescription déontologique ou d'une exigence de respect stricte des programmes ? Il faudrait pour cela mener un travail de terrain complémentaire, mais mes prochains axes d'analyse fournissent tout de même des pistes de réponse pour mieux comprendre l'interaction entre ces différents niveaux d'appréhension.

b. Des pratiques et des objectifs informationnels ambivalents en contexte incertain

1. Convergences thématiques autour du rapport aux sources

Quelles catégories thématiques sont associées dans les unités de sens discutant du rapport aux sources ? J'ai créé deux sous-catégories du « Rapport aux sources » lors de mon exploration du contenu des discussions : « Chercher l'information » et « Traiter l'information ». Le diagramme suivant matérialise les associations thématiques de ces deux sous-catégories avec les autres catégories ou sous-catégories existantes. À gauche, sur l'axe primaire, figure le nombre d'unités de sens des discussions catégorisées sous les étiquettes « Chercher l'information » et « Traiter l'information ». Au milieu, sur l'axe secondaire, apparaît leur répartition dans les différentes discussions individuelles que j'ai eues avec les enseignantes. La totalité des discussions en recensent et apparaissent donc dans le diagramme. À droite, sur l'axe tertiaire est ensuite matérialisée la répartition de ces mêmes unités de sens (celles ayant donc fait l'objet d'un codage multithématique) dans les autres catégories ou sous-catégories de mon arborescence thématique.

Figure 13. Convergences des sous-catégories thématiques « Chercher l'information » et « Traiter l'information » avec les autres catégories ou sous-catégories thématiques



À partir de cette modélisation des sous-catégories de la thématique « Le rapport aux sources », je m'aperçois déjà que la question de la recherche d'information est plus proéminente que son traitement. C'est par ailleurs un thème général qui a été beaucoup plus discuté avec les enseignants de SVT de l'éducation nationale qu'avec les enseignants de l'enseignement agricole (ce qui peut être un effet de l'accent mis pendant une séance de la formation sur la question des sources). Quand le thème a été discuté avec ces derniers, cela ne concernait pratiquement que le sujet de la recherche d'information, et non son traitement (seulement 3 unités de sens issues des discussions avec les enseignants de l'enseignement agricole portait sur le sous-thème « Traiter l'information »). Cela corrobore le contenu de ces échanges sur la difficulté des enseignants de SVT de l'éducation nationale à appréhender l'information dans sa recherche et dans son traitement (voir éléments détaillés ensuite). Je discute ultérieurement de quelques pistes interprétatives quant à ce résultat. La multi-étiquette qui se détache le plus est « Construire un positionnement » (20 multi-étiquettes). Le lien paraît logique et je l'explicite par la suite : recherche d'information et élaboration d'un point de vue sur le problème investigué sont évidemment liés. D'autres multi-étiquettes comme celle associant le thème de l'information au fait de « Parler incertitude » (7) et aux « Impacts potentiels » (6) préfigurent de certaines difficultés caractérisant une recherche d'information vécue comme une confrontation directe, parfois difficile, avec la complexité de la question. Comparée à la convergence thématique précédente autour de la catégorie « Parler incertitude », je constate également que la thématique du rapport aux sources renvoie à une diversité plus importante d'autres thèmes. Beaucoup plus que l'évocation de l'incertitude, l'enjeu de l'information s'est révélé plus explicite et plus central pour les enseignants, me donnant ainsi un certain nombre d'autres pistes interprétatives pour signifier leur relation avec l'incertitude.

2. Un rapport aux sources structuré d'emblée par une posture professionnelle

Le début de toutes mes discussions individuelles sollicitées était structuré par un échange général sur la question agroécologique (selon le contexte, je passais par différentes formulations existantes, de l'intitulé curriculaire « Nourrir l'humanité » à la problématique formulée en formation « Quelle(s) agriculture(s) pour nourrir la planète ? »). Même si nos échanges prenaient place dans un contexte éducatif (ne serait-ce que matériellement, les lieux où nous discutions étaient ceux de l'ENSFEA ou de l'ESPÉ montpelliérain), j'ai toujours fait en sorte d'aborder dans un premier temps ces questions dans une perspective globale et de les discuter depuis une posture personnelle. Même s'il est impossible de séparer catégoriquement chez un sujet une posture professionnelle d'une posture citoyenne, cela me permettait de ne pas entrer directement de plein pied dans les questions éducatives et d'essayer de mesurer la tangibilité des incertitudes de la question en gardant de la distance avec les risques d'enseigner. Ceci-dit, nombre d'enseignantes se sont placées d'emblée dans une posture professionnelle face au problème, envisageant immédiatement des enjeux tels que la préparation de cours ou la gestion de classe. J'ai constaté ce phénomène uniquement chez certaines enseignantes de SVT de l'éducation nationale et il était particulièrement visible dans leur attitude déclarée de traitement de l'information.

> Marie : Ah ouais, dès qu'il y a quelque chose qui se passe, je me dis ouais voilà, comment les élèves vont encaisser ça ? Est-ce que déjà ils vont être au courant y a des choses ? (…) Mais tout le temps je me prépare. Desfois j'ai pas le temps d'aller chercher plus que ça et… mais bon voilà, et c'est pour que j'essaye aussi de me tenir informée de ce qui se passe aussi dans l'actualité. [SVT-EN1]

En présence d'une information ayant un lien direct ou indirect avec les contenus d'enseignement, Marie se place donc en position d'anticipation de la réaction des élèves vis-à-vis de cette information. Jérôme [SVT-EN2] est également dans la même posture, ne pouvant s'empêcher de se dire, quand il consulte les actualités, « peut-être que ça peut me servir pour un cours ». Jean [SVT-EN8], enseignant de SVT en poste depuis plus d'une dizaine d'années va jusqu'à parler de « déformation professionnelle ». En effet, lorsqu'il « tombe » sur un article ayant trait aux questions écologiques et donc par conséquent aux programmes de SVT au lycée, il cherche systématiquement à « [récupérer] l'information » et il « imagine tout de suite ce [qu'il] peut en faire » en classe. En quelque sorte l'« arrière-pensée » enseignante est toujours là, intégrée comme un réflexe professionnel, peu importe d'ailleurs que la confrontation avec l'information se produise dans un environnement personnel ou professionnel. Dans le cas de Marie et de Jérôme, je le développerai plus tard, cette posture d'anticipation est relative à une volonté de maîtrise de la dynamique de classe. Dans leur rapport à l'information, ils maintiennent une vigilance quant aux sujets d'actualités pour être prêt à réagir, une fois franchis les murs du lycée. Jean, lui, est dans une position moins défensive. Les éléments glanés dans les diverses sources informationnelles qui sont les siennes sont immédiatement potentialisées dans leur usage éducatif. Il cherche à faire de l'actualité une matière sur laquelle s'appuyer ensuite en contexte d'enseignement.

3. La difficile appréhension de la complexité

Pour une partie importante des enseignants de SVT (cinq sur les huit avec qui j'ai discuté) et une enseignante de Gestion commerciale en lycée agricole, la recherche et le traitement de l'information relative à une question controversée est un processus délicat. La complexité des questions socialement vives est au cœur de ce problème. Face à des éléments foisonnants, contradictoires, évolutifs dans l'espace social de la controverse, face à un enchevêtrement qui peut être déroutant quand on est habitué à partager les problèmes en deux catégories, sociale et scientifique, ces enseignants expriment une difficulté à appréhender les informations qui leur parviennent ou à organiser le processus qui permet de les trouver. Avant même d'envisager l'enseignement, l'élaboration d'un positionnement personnel est alors compliquée. Comme le dit Jérôme [SVT-EN2], « quand je sais pas, je ferme ma gueule ». Or, avec les questions socialement vives, la complexité et la multiplicité des informations en présence freinent le dépassement du « je sais pas ». Le contexte de médiatisation pèse aussi dans la balance, ajoutant aux incertitudes portant sur les savoirs (incertitudes épistémiques) d'autres questionnements sur les canaux qui mobilisent et diffusent ces mêmes savoirs. Par exemple, avec Valérie [SVT-EN4], nous avons discuté du problème du déclin des populations d'abeilles. Notre échange a eu lieu en avril 2016, alors que l'actualité législative tourne notamment autour d'un débat à propos de l'interdiction de certains pesticides néonicotinoïdes. Pendant cette période d'affrontement politique entre différents acteurs, les arguments contradictoires s'enchaînent, études scientifiques à l'appui.

> Valérie : Moi souvent, quand y a trop d'infos comme ça, je sais pas. Comme je sais que les médias sont plus ou moins orientés en fonction de… ou pour faire du buzz, ou parce qu'il y a un enjeu politique derrière. C'est vrai que je suis un peu en difficulté de me faire un point de vue aux premiers abords quand j'ai un lot d'informations. [SVT-EN4]

« Trop d'infos », « lot d'informations »... Les propos de Valérie relatent ainsi une forme de *saturation informationnelle*, ou de perplexité face au volume d'informations disponibles. Durant cette discussion, nous évoquons également la controverse de la dignité animale dans les abattoirs et de la fenêtre médiatique ouverte par l'association L214 et ses enregistrements en caméra cachée dans un abattoir d'Alès. Valérie est justement originaire de ce territoire et, même si la controverse la touche peu en tant que citoyenne, cette proximité géographique la pousse à écouter partiellement les informations à ce sujet. Grappillant des « bribes d'informations » à la télévision et à la radio, Valérie décrit la sensation de « désordre » qui s'en est suivie, comme si les éléments lui venaient « un peu de nulle part », ou alors, dans ma traduction, d'un peu partout à la fois (relatant le caractère contradictoire des informations en présence, entre acteurs locaux portés sur la défense économique de l'abattoir et les arguments éthiques des acteurs nationaux luttant pour la dignité animale). Dans ce contexte là, que ce soit face à la question des abeilles et des néonicotinoïdes ou de l'abattoir du Vigan, il a été difficile pour elle de se forger un avis personnel et de réellement appréhender l'enjeu dans sa globalité et sa complexité. Elle dit en outre ne pas pouvoir structurer son positionnement sans passer par un temps prolongé, pleinement consacré à la question posée, et qui lui permette de contextualiser et d'analyser les informations reçues. Valérie exprime également un ressenti d'accélération survenu lors de son année de stage en master 2 : la charge de travail et l'alternance hebdomadaire entre les temps d'enseignement et les temps apprentissage à la faculté d'éducation ne lui permettent pas d'aller au-delà d'une sensation de zapping de l'information (radio dans la voiture, presse quotidienne gratuite dans le tramway, entre deux destinations, deux activités…).

Il apparaît aussi que cette sensation de confusion est accentuée par une sorte de *scepticisme* développé par ces enseignantes de SVT vis-à-vis des informations contradictoires qui leur parviennent. À une écrasante majorité originaires des filières générales S, avec une licence de biologie validée par la suite, elles reçoivent l'information avec un prisme très rationaliste. À l'instar de Jérôme [SVT-EN2], de Marie [SVT-EN1] ou de Marine [SVT-EN7], elles expriment en effet des doutes sur la légitimité des études scientifiques portant sur des sujets controversés, comme je l'ai analysé en caractérisant la perception d'une forme d'incertitude épistémologique dans leurs discours. La mise en doute porte notamment sur les conditions socio-politiques de la production des savoirs en jeu. Mais paradoxalement, cette attitude sceptique relève d'un relativisme à retour rationaliste : il faut douter de tout, car rien ne semble être constitutif d'une vérité scientifique (vérité qu'elles recherchent tout de même). Les études, parce qu'elles sont prises dans des débats qui dépassent les frontières de la science, ne leur semblent pas pourvoyeuses de certitudes. Il est en fait difficile pour elles d'envisager appréhender une question socialement vive par le plan des valeurs ou des enjeux politiques. Formées à résoudre des problèmes scientifiques avec des méthodes et des réponses scientifiques, elles ne parviennent pas à dépasser le cadre rationaliste qui est leur cadre d'apprentissage depuis plusieurs années, ne savent comment traiter ces informations socio-scientifiques et, in fine, vivent l'élaboration d'un point de vue sur ces

questions comme un chemin sinueux.

Un autre échange me permet d'enrichir la compréhension de ce phénomène. Annie, enseignante de Gestion commerciale en enseignement agricole, travaille alors en groupe à l'ENFA sur une question formulée ainsi [EA-pp-2] : « quel(s) modèle(s) agricoles pour répondre au défi alimentaire à l'horizon 2050 ? » Lorsque je l'interroge pendant notre discussion sur son positionnement individuel à propos de cet enjeu, elle exprime elle aussi une difficulté à se forger son avis.

> Annie : Alors, ben c'est difficile… Enfin, si vraiment j'avais voulu moi-même trouver une réponse, il m'aurait fallu énormément de temps de travail. Participer, aller voir des coloques, des conférences, me renseigner… Enfin voilà, ce qu'on n'a pas vraiment le temps de faire. [GeCo-EA3]

Ce qui est intéressant, ici, c'est que l'interrogation que je lui ai adressée portait sur son positionnement citoyen par rapport à un problème (interrogation large pouvant tout à la fois concerner son système de valeurs, la vivacité ressentie de ce problème, ou simplement sa compréhension). Or, cette interrogation très générale s'est transformée dans son discours en un « si vraiment j'avais voulu moi-même trouver une réponse ». Ce propos m'incite à émettre une autre hypothèse d'explication à cette difficulté d'appréhension de l'information en contexte controversé : et si la construction de notre positionnement face à une question vive était conditionnée par la recherche d'une réponse certaine, dans une sorte de réflexe développé par notre culture rationaliste ? Est-il simplement possible d'atteindre, de trouver cette réponse certaine quand on est en présence d'arguments socio-scientifiques qui, par définition, s'opposent et dépendent d'une fabrique socialement située de l'information ? Dans ce cadre, la quête d'une information qui fasse office de clôture, de réponse finale à la question est forcément vaine et, par conséquent, créatrice de frustration.

4. Construire une stratégie informationnelle en contexte incertain

L'appréhension de la complexité au niveau individuel

Afin d'avoir une vue d'ensemble des pratiques informationnelles déclarées des enseignantes avec qui j'ai discutées, voici un tableau récapitulatif des sources d'information qu'elles utilisent, en lien avec les questions évoquées. La tentative de synthèse a ses limites : cet axe d'analyse autour de la recherche d'information n'était pas une hypothèse que j'avais envisagée initialement. Dans mon canevas de discussion, l'enjeu n'était pas développé. J'ai donc construit cette analyse sur la base de ce qui a été exprimé pendant les discussions et l'absence d'éléments de réponse (ø) y est remplacé par une absence interrogative (?). Je cite à chaque fois le titre des références évoquées pour être le plus précis possible, si le titre de la référence n'apparaît pas (mention générique « films » ou « internet » par exemple), c'est qu'il n'a pas été précisé.

Tableau 15. Sources d'information déclarées par les enseignantes

Discussion et nom	***Discipline enseignée***	***Sources d'information déclarées***	***Questions socialement vives évoquées***
Fanny PrHo-EA1	Production Horticoles	Articles scientifiques « qui existent, qui comparent, qui opposent » Film *We feed the world* Film *Demain* Autres films Discussions avec des acteurs	• les modèles agricoles • le gaspillage alimentaire • la réforme du code du travail • les semences agricoles
Stéphane Ma-EA2	Mathématiques	Revues de certaines filières agricole Formation enseignante Collègues Film *Demain*	• les modèles agricoles
Annie GeCo-EA3	Gestion Commerciale	Conférences « Dossiers, rapports scientifiques » Soutenances de mémoire Discussion avec des acteurs	• la mise en vente des produits phytosanitaires • le bien-être animal
Blanca Vi-EA4	Viticulture	Lectures diverses (viticulture, agriculture biologique…) Centre de documentation de l'INRA (via son mari, documentaliste) Film *Le monde selon Monsanto* Autres films Débats	• l'usage des pesticides
Danielle ESC-EA5	Enseignement Socio-Culturel	Presse écrite en ligne (*lemonde.fr* notamment) Abonnement à Politis (hebdomadaire politique) Ouvrages divers (ceux d'Hervé Kempf notamment) Discussion avec des acteurs Formation associative (Les Colibris) Conférences Films Internet (un Mooc sur la création d'éco-lieux notamment)	• les modèles agricoles
Madeleine PhCh-EA6	Physique-Chimie	*Le Monde* *La revue dessinée* (hebdomadaire d'actualité politique en bandes-dessinées) Articles divers Internet	• les organismes génétiquement modifiés • les gaz de schiste • le transhumanisme
Mylène SES-EA7	Sciences Économiques et Sociales	?	• les modèles agricoles • la pratique de la chasse
Marie SVT-EN1	SVT	Internet Sources institutionnelles (règles, lois) Études scientifiques	• le bien-être animal (cas des abattoirs du Vigan) • les organismes génétiquement modifiés
Jérôme SVT-EN2	SVT	Titres sur l'application d'actualité de son téléphone Articles occasionnels	• la disparition des abeilles • l'usage des pesticides • les organismes génétiquement modifiés • le genre dans le sport

Julien SVT-EN3	SVT	Internet (navigation par hyperliens sur *Wikipédia* notamment) Articles scientifiques Articles d'actualité	• la production et la consommation d'huile de palme • le développement de la domotique • les organismes génétiquement modifiés
Valérie SVT-EN4	SVT	Radio Télévision Quotidien régional *Midi Libre* Internet Revues d'actualité Presse quotidienne gratuite	• le bien-être animal (cas des abattoirs du Vigan) • l'usage des pesticides • les ondes électromagnétiques émises par les téléphones portables • les modèles agricoles
Nathalie SVT-EN5	SVT	?	• la production et la consommation d'huile de palme • les organismes génétiquement modifiés
Fabien SVT-EN6	SVT	?	• la disparition des abeilles • l'usage des pesticides
Marine SVT-EN7	SVT	Télévision Radio Articles scientifiques de « groupes de recherches différents » (Revue *Nature* notamment) Film *Demain* Internet	• la production et la consommation d'huile de palme • les organismes génétiquement modifiés • la vaccination
Jean SVT-EN8	SVT	Revues spécialisées sur les enjeux écologiques Internet (sources d'actualité ou militantes) Salon du livre de Mouans-Sartoux (publications de Claude et Lydia Bourguignon sur le labour et le sol notamment) Site académiques (*reseau-canope.fr* notamment) Revues de « vulgarisation scientifique » Presse quotidienne nationale (*Le Monde*, *Libération*) Formation universitaire (master d'histoire et de philosophie des sciences à l'Université de Lyon)	• les modèles agricoles • les organismes génétiquement modifiés

Un des éléments frappants, quand on considère l'ensemble, c'est que les enseignants de l'enseignement agricole déclarent davantage se renseigner directement auprès des acteurs quand les enseignants de SVT n'en parlent pas du tout. Cette différence dans les pratiques déclarées est-elle due au fait que les enseignants de l'enseignement agricole de mon enquête sont en moyenne plus âgés et ont davantage d'expérience, ou au fait que l'enseignement agricole, à orientation majoritairement technique, a davantage l'habitude de développer des connexions avec le terrain et avec des acteurs extérieurs au lycée ? En outre, les sources d'informations déclarées

sont globalement variées. Les enseignants (Fanny et Danielle notamment) qui déclarent le plus de sources sont aussi des enseignants qui se disent à l'aise avec la complexité des questions abordées. Cela signifie-t-il qu'un processus de recherche d'information qui explore la diversité et la pluralité des sources permet de démystifier la complexité ? Certains enseignants semblent en effet accepter la difficulté d'appréhension de certaines controverses et disent faire le deuil de l'exhaustivité dans la prise de renseignement ou de la volonté de trouver une réponse définitive. C'est ainsi le cas de Marine [SVT-i-07] qui, pour autant, choisit de « multiplier » les sources sans rechercher une investigation exhaustive.

> Marine : Je peux pas forcément tout lire, ouais.
>
> Lucas : Ça, tu l'acceptes ?
>
> Marine : Ouais. Après, l'idéal serait que je traverse évidemment tout le sujet de A à Z mais… c'est un peu compliqué. Mais, en tout cas, j'essaye de multiplier, d'avoir le plus de sources possibles, et après ouais je vois. [SVT-EN7]

Avec un ensemble de sources, donc, Marine « distille » ensuite l'information pour se forger une opinion. Les enseignantes développent ainsi ce que j'appellerais des *stratégies informationnelles* pour élaborer une compréhension de la controverse ou, plus en aval, un positionnement en son sein. Ces stratégies sont construites à la fois sur des habitudes informationnelles déjà établies sur le plan personnel et sur des outils ou méthodes abordées en formation professionnelle. La nécessité de ces stratégies informationnelles (qui sont d'ailleurs des formes d'enquêtes socio-scientifiques développées sur la base des compétences individuelles) tranche avec les pratiques habituelles des enseignantes dans la préparation des cours : un enseignement portant sur des savoirs scientifiques stabilisés ne demande évidement pas le même besoin de contextualisation voire de positionnement en amont. Julien, enseignant de SVT dans l'éducation nationale, s'est par exemple approprié à sa façon l'outil de la cartographie de controverses pour forger sa propre stratégie informationnelle. Julien fait partie du groupe qui travaille sur la consommation et la production d'huile de palme. Il décrit ainsi la façon dont il a abordé le début de leur démarche d'enquête.

> Julien : J'ai pas appréhendé directement [la complexité de la question], nan. C'est sûr que j'avais mon idée et puis au fur-et-à-mesure des informations, je rattachais les éléments les uns à côté des autres (…) et c'est pour ça que je me suis mis, à la fin de la première séance, à refaire un petit organigramme dans lequel j'ai privilégié de mettre, de poser les arguments pour que j'y vois plus clair, parce que uniquement poser les acteurs… [SVT-EN3]

Julien est donc progressivement entré dans la complexité de la question, au moyen de l'identification de deux éléments structurants : les acteurs de la controverse et leurs arguments. Julien décide plutôt de noter en priorité les arguments, parce que cela l'aide à y voir « plus clair » en élaborant un « plan de masse » de la controverse (il a un passé d'étudiant en école d'architecture), plan de masse qu'il précise ensuite progressivement avec l'arrivée de nouvelles informations. Sur la prise d'informations en elle-même, Julien dit hybrider la lecture d'articles d'actualités et d'articles scientifiques avec des recherches complémentaires sur internet. Il utilise beaucoup Wikipédia pour aborder une notion qui ne lui est pas familière et adopte ensuite une navigation par hyperliens, c'est-à-dire que la notion à expliciter l'amène à une page Wikipédia, à partir de laquelle il se rendra sur d'autres pages traitant des notions secondaires en lien avec le premier élément. Ainsi, de ses propres dires, « quand [il

va] chercher un mot, [il en ressort] assez souvent longtemps après avec une page qui n'a absolument aucun rapport ». Cette méthode lui permet d'aborder des concepts ou des phénomènes nouveaux sur le mode d'une exploration inductive. Ensuite, à partir de cette exploration, il s'attelle à la lecture de sources plus approfondies comme des articles d'investigation journalistique ou des publications scientifiques. Julien a donc développé sa propre stratégie informationnelle à partir de son expérience face à ce type d'enjeux. Ce travail d'appréhension de la complexité a ensuite été réinvesti et réajusté dans le travail de groupe.

Un processus d'appréhension collective de la complexité

L'expérience collective de ce groupe [EN-pp-2] travaillant sur l'huile de palme est à ce titre intéressante. Mes observations indiquent que ces quatre enseignantes-stagiaires ont eu quelques difficultés à entamer leur démarche d'enquête [obs-cr]. Elles sont entrées dans la controverse par un événement médiatique : Ségolène Royal, alors Ministre de l'Écologie, affirme le 15 juin 2015 sur le plateau du Petit Journal (Canal+) qu'« il faut arrêter de manger du Nutella par exemple parce que c'est de l'huile de palme qui a remplacé des arbres ». Suite à ces propos, la question de la consommation et de la production de l'huile de palme se fait plus vive que jamais. Au début de son travail d'enquête, lors de la première séance de la formation (qui en comptait sept) à l'ESPÉ de Montpellier, le groupe se sent « perdu » [enr-cr]. Alors qu'elles doivent produire une première cartographie de la controverse, les enseignantes ne savent pas si elles doivent se concentrer sur la dimension environnementale ou la dimension sanitaire du problème, ou une imbrication des deux. Des interrogations sont partagées au sein du groupe, sans trouver systématiquement et immédiatement de réponses : « où et quand ça a commencé ? », « va falloir dater », 1964, je suis pas sûr que… », « est-ce que c'est un problème mondial ou… ? » [enr-cr]. La méthode de la cartographie les amène aussi à des problèmes de modélisation : « je sais pas trop comment les trier », « cette flèche, elle dit quoi ? », éléments « carrés » ou « ronds », placés « au centre » ou « vers l'extérieur », etc [enr-cr]. Progressivement, sur plusieurs séances de travail espacées à chaque fois d'une semaine, elles produisent trois brouillons de cartographie qui montrent une meilleure appréhension de la complexité au fur-et-à-mesure de la progression de leur enquête (plus d'acteurs visualisés, plus d'interactions identifiées entre eux)[136]. Ces trois supports relatent sur un plan chronologique la dynamique de questionnement des enseignants. La première carte (première séance en mars 2016) identifie une sphère du « politique » sans en préciser les acteurs et sans distinction d'échelle et de temps. La troisième carte (avant-dernière séance en mai 2016) précise que ces acteurs sont Ségolène Royal et sa déclaration du 15 juin 2015, ce qui constitue un mouvement récursif vers leur point d'entrée dans la controverse. En outre, leur problématique est finalement axée autour du « fait de savoir si la production et la consommation d'huile de palme est compatible avec le développement durable » [EN-pp-2]. Ce qui leur apparaissait ainsi comme une difficulté au début du processus (l'imbrication des dimensions dans la question, liées à la fois à l'impact écologique de la production d'huile de palme et à l'impact sanitaire de la consommation de l'huile dans des produits transformés) devient finalement le point central

[136] Cette cartographie n'est malheureusement pas disponible en annexe. En raison d'un problème technique, le fichier a été supprimé de la mémoire de mon ordinateur. Je me base donc ici sur les notes que j'avais précisément consignées dans mon carnet de recherche.

de leur investigation, dans une définition large du développement durable incluant l'accès à la santé. Les différentes sources mentionnées dans le document final rendu au formateur illustrent également ce travail de défrichage : organisée en cinq catégories (production, produits manufacturés, études sur la santé, écologie, controverse), leur bibliographie regroupe des sources hétérogènes telles qu'une étude sur les effets cardiovasculaires de l'acide palmitique[137], un article à charge contre l'utilisation de l'huile de palme d'un journal libertaire local[138] ou une interview d'un correspondant de la CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) incitant à « sortir de la controverse »[139] [EN-pp-2]. Leur enquête collective s'est déployée sur des temps de travail communs, pendant l'UE de formation, mais a aussi été nourrie d'apports individuels comme les « organigrammes » gribouillés par Julien [SVT-EN3]. Lors des dernières séances, notamment celle de restitution où chaque groupe d'enseignantes-stagiaires présente aux autres son scénario pédagogique, je m'aperçois que les quatre membres du groupe huile de palme sont bien moins hésitants face à la complexité de la question [obs-cr]. Si elles se positionnent collectivement dans une posture professionnelle « qui se doit d'être neutre » [EN-pp-2] et n'explicitent pas leur positionnement personnel lors des temps de restitution de la formation, des discussions plus informelles avec elles me permettent d'affirmer que les quatre membres se positionnent désormais clairement, ce qui était loin d'être le cas au début [obs-cr]. Ces positionnements sont différenciés. Julien [SVT-EN3] défend le statut-quo, expliquant apprécier les produits Ferrero et ne pas être touché par la vivacité des problèmes environnementaux et sociaux intervenant à l'autre bout de la planète. Nathalie [SVT-EN5] prône quant à elle le développement de la labellisation RSPO[140] pour les parcelles de production et une meilleure sensibilisation des consommateurs à propos des modes de production de l'huile de palme. Son positionnement s'appuie notamment sur les arguments d'une actrice extérieure, chercheuse à l'antenne du CIRAD de Montpellier et invitée par le groupe lors d'une séance de formation.

> Nathalie : même si j'ai pas adhéré à tout ce qu'elle [l'intervenante du CIRAD] a dit hein, mais il y a des points sur lesquels je m'étais pas rendue compte comme ça, parce qu'en fonction des sources qu'on a, etc. [SVT-EN5]

Tout en reconnaissant qu'il est possible que d'autres « réponses » apparaissent et qu'elle pourrait tout à fait « changer d'avis », Nathalie s'appuie donc sur les propos de cette chercheuse promotrice[141] de la certification RSPO pour s'affirmer en faveur

[137] Fattore, E., & Fanelli, R. (2013). Palm oil and palmitic acid: a review on cardiovascular effects and carcinogenicity. *International journal of food sciences and nutrition*, *64*(5), 648-659.

[138] N. & D. (2014). « Lhuile de palme ? Non merci ! ». *Le Poing*, Montpellier.

[139] « Huile de palme : sortir de la controverse ». Site internet du CIRAD, <https://www.cirad.fr/actualites/toutes-les-actualites/articles/2010/science/huile-de-palme-et-idees-recues>.

[140] Le label RSPO (pour *Roundtable on Sustainable Palm Oil*) est un label délivré par l'ONG du même nom, fondée et financée par les grandes firmes productrices d'huile de palme. Il est censé garantir le respect plus ou moins exigeant, sur quatre niveaux de certifications, de normes de production en faveur d'une production moins impactante (le fait de ne pas brûler de forêts primaires ou de tourbières pour planter une palmeraie, par exemple). À juste titre, cette certification fait l'objet de nombreuses critiques : comment peut-on faire un confiance à un organisme de certification dont les financeuses sont les multinationales, celles-là mêmes à qui il est censé attribuer (ou non) le label ?

[141] Le positionnement de cette chercheuse peut d'ailleurs être discuté : pourquoi n'a-t-elle rien dit à propos des financements de l'organisme RSPO ? Quels liens entretient-elle via le CIRAD avec les organismes financeurs du RSPO ? Finalement, d'où parle-t-elle ? Cet enjeu autour de la légitimité

de l'exploitation de l'huile de palme, ce qui représente une position contraire à celle qui était la sienne au début de l'investigation. De son côté, Marine [SVT-EN7] passe d'un positionnement opposé à la production d'huile de palme à une position « moins tranchée, plus mitigée » qui reste tout de même très critique envers l'exploitation à grande échelle des palmeraies. Elle m'indique qu'elle ne consomme plus de produits dont la composition intègre de l'huile de palme mais se pose toutefois des questions sur les alternatives agricoles sans entrevoir une solution concrète. Thibaud[142], lui, m'a indiqué avoir vécu une véritable prise de conscience quant aux conséquences écologiques (sur l'avancée de la déforestation, entre autres) de la production de l'huile de palme. À la suite de la formation, il a adhéré pour la première fois de sa vie à l'ONG Greenpeace, concrétisant son constat en un engagement militant.

On le voit, ces positions "finales" sont très différentes les unes des autres. Surtout, elles sont extrêmement *évolutives* et la nature récursive de l'enquête les amène à constamment actualiser leur représentation de la question vive et leur positionnement par rapport à ses enjeux saillants. On peut imaginer que cette évolution passant par la complexification du raisonnement continuera à opérer, et que d'autres contextes professionnels (préparation individuelle de cours, activités menées au sein de la classe) constitueront d'autres cadres de construction du point de vue du sujet-enseignant. Dans leur contexte de formation toutefois, le caractère collectif de l'enquête se révèle important : les quatre membres du groupe huile de palme ont travaillé ensemble, à partir de sources mises en commun, et ont produit la même proposition de traitement pédagogique. Je constate donc une différenciation de construction du positionnement entre le niveau personnel d'appréhension de la question et le niveau collectif, au sens professionnel, où la déontologie pose aussi une limite très forte. Ce qui est en outre intéressant, c'est que sur les deux niveaux confondus, l'enquête a bien permis une *immersion positive* dans une controverse véhiculant plusieurs formes d'incertitudes. La complexité, initialement appréhendée comme un marqueur de difficulté, a été acceptée et transformée en une problématisation reflétant l'imbrication des enjeux. La cartographie de controverses, au dire même des membres de ce groupe, a été un dispositif-clef dans ce processus. Cependant, les incertitudes n'apparaissent pas sur cette cartographie, et les enseignantes-stagiaires n'en parlent pas en tant que telles. Je me suis intéressé à un second exemple de cartographie pour mieux caractériser l'usage de cet outil en situation d'enquête sur une question vive.

La pertinence du dispositif de la cartographie

Le groupe 3 d'enseignantes-stagiaires de SVT de l'éducation nationale a travaillé sur la question de « la compatibilité entre agriculture intensive et bien-être animal, en s'appuyant sur l'exemple local et médiatisé de l'abattoir du Vigan » [EN-pp-3]. Elles ont produit deux versions de leur cartographie, l'une lors de la première séance de formation (mars 2016) et une autre plus aboutie, construite à partir de leurs avancées progressive dans l'enquête (mai 2016)[143]. La première cartographie identifie une dizaine d'actants ou groupes d'actants et une dizaine d'interactions, dont huit sont

de la parole scientifique n'a malheureusement pas été interrogé par les enseignantes-stagiaires.

142 Prénom fictif de l'enseignant avec qui je n'ai pas pu discuter plus longuement, pour des questions de calendrier.

143 Voir annexe 6 : « Cartographies de controverse du groupe [EN-cc-3] ».

qualifiées. La deuxième version, quant à elle, représente douze actants ou groupes d'actants, seize interactions, dont quatorze qualifiées et précise d'autres éléments comme la problématique, la datation de la carte et un deuxième niveau d'actants issus de la sphère éducative. Je constate une progression notable de l'appréhension de la complexité de la question dans la seconde cartographie. Cela n'est pas qu'un constat quantitatif liée au nombre d'actants ou d'interactions. Sur la version numéro deux, les « consommateurs » et les « animaux » sont placés au milieu des quatre pôles environnants (« pôle politique, pôle scientifique, pôle économique, pôle socio-culturel »). La représentation de la question devient alors bien plus systémique que dans la première version de la carte qui ressemblait davantage à un recensement ou une liste d'actants placés aléatoirement les uns à côté des autres. Sur la cartographie sont également apparues deux dates. L'une fait référence à la formulation de leur problématique le 22 février 2016, date de la première séance. L'autre date au 6 mai 2016 un ajout à la problématique, qui devient « L'intensification de l'élevage *pour nourrir une population en expansion* est-elle compatible avec la notion de bien-être animal ? ». La mention de l'enjeu alimentaire a donc été ajoutée en cours d'enquête, ce qui complexifie le raisonnement. Est également apparu un autre niveau d'information sur la cartographie, symbolisé par la couleur orange : les enseignantes-stagiaires ont placé sur différents espaces des éléments liés à « l'école », comme le Ministère de l'éducation, les « cantines », les « visites pédagogiques » ou les « choix éclairés ([de la] famille) », représentant ainsi directement sur ce support de travail la phase de réflexivité de leur démarche d'enquête. Tous ces ajouts et ces modifications rendent la seconde cartographie bien plus intéressante (au sens de la façon dont elle relate la complexité de la question) que la première et rendent compte, certes de façon figée, des multiples apports d'informations, de réflexions, de positionnements du groupe de travail pendant les heures de formation mais aussi les périodes de travail personnel en autonomie. La cartographie ne relate pas vraiment le processus en tant que tel puisqu'à part l'information apportée par les deux dates, elle n'indique pas quand et à partir de quelles sources ont été collectées les informations représentées. La représentation de « l'école » sur la carte a en outre donné lieu à des débats au sein du groupe (ce qui n'apparaît pas non plus sur la carte). Certaines ont affirmé que « l'école n'est pas partie prenante de la controverse » [enr-cr]. D'autres ont argumenté : « on essaye de former les élèves à des choix éclairés, comme ils disent… » [enr-cr]. Mais il apparaît que la cartographie est tout de même un support extrêmement pertinent pour engager ce type de discussion et une dynamique de compréhension collective d'une question. La grande majorité des réactions [obs-cr] suite à la réalisation de la première carte au début du processus d'enquête, c'est-à-dire la période où la question peut sembler la plus compliquée possible (avant d'appréhender sa complexité), montrent que l'activité de cartographie aide à rendre intelligible un sujet que les enseignantes avaient peu appréhendé auparavant et pour lequel l'imbrication du social et du scientifique est une caractéristique parfois inédite, donc déroutante. C'est un constat qui est également valable pour le groupe 1 qui a travaillé sur la question de la disparition des abeilles à la fin de la séance consacrée à la cartographie : « je vois beaucoup plus de choses autour, alors qu'au début je voyais que le miel et les abeilles » [obs-cr]. La première version d'une cartographie correspond alors à une première mobilisation des phases de l'enquête, une sorte de *mise en exploration*. Elle permet aussi de se projeter vers la suite et d'identifier des zones qui restent à explorer : « y a encore des trucs qui manquent et ça me frustre », « là autour des industriels, il manque des choses » [obs-cr]. Je note toute-

fois que les incertitudes n'apparaissent dans aucune cartographie, que ce soit sous forme tangible (mention explicite) ou sous forme indirecte (une forme interrogative, une liste de possibilités, une projection vers le futur, etc). C'était pourtant une option possible, l'identification des incertitudes étant présentée par le formateur comme un des éléments constitutifs de la phase d'explicitation et de construction des raisonnements dans la démarche d'enquête.

En somme, plutôt qu'un outil d'appréhension globale des incertitudes, la cartographie apparaît comme un bon dispositif d'entrée dans une question pour commencer à se repérer et à naviguer dans le réseau des actants et de leurs arguments. Il peut permettre à minima d'explorer des territoires de la question sur lesquels existent des formes d'incertitude. Au-delà, il rend surtout possible la structuration de la prise d'informations et le développement d'une stratégie individuelle ou collective de traitement, de figuration et de diffusion de ces informations par le format de la carte. Un travail plus complet autour de l'identification des formes ou territoires de l'incertitude peut ensuite être adossé à celui de l'identification des acteurs. Si la cartographie permet alors de modéliser ces derniers, un support adapté d'appréhension des incertitudes reste à concevoir.

La construction du point de vue enseignant s'effectue dans la progression de l'enquête : un autre basculement de la posture enseignante

Ces différents résultats montrent une chose : en situation d'enseignement d'une question socialement vive, les enseignants construisent leurs positionnements en même temps qu'ils cherchent et mobilisent des informations (allant nécessairement au-delà des ressources professionnelles à disposition, les savoirs de référence ne suffisant pas, par définition, à aborder une question controversée). La préparation de cours et l'élaboration des supports pour les élèves sont des phases pendant lesquelles l'enseignant construit également son point de vue. C'est là un phénomène en rupture avec l'enseignement de savoirs stabilisés, acquis en général pendant le parcours de formation initiale ou grâce à des sources académiques non contradictoires. C'est aussi une spécificité de l'enseignement des questions socialement vives, dans la préparation de l'enquête portant sur une question spécifique. De fait, pour préparer la mise en enquête des élèves, les enseignants se trouvent eux-mêmes en situation d'enquête et, par conséquent, confrontés aux incertitudes. La phase de préparation pédagogique devient délicate pour une raison supplémentaire : à l'improvisation et aux ajustements professionnels déjà connus s'adjoignent des indéterminations de positionnement qui sont habituellement de l'ordre de la construction d'un point de vue politique. La préparation ne consiste alors pas en une transposition didactique d'un savoir de référence déjà disponible, mais elle nécessite avant tout de déterminer quels savoirs mobiliser, à partir de quelles sources, avec quelle distance critique et selon quelle problématisation (entre autres). En lui-même, le processus parallèle de construction du positionnement, de recherche d'informations et de préparation de l'enseignement est incertain, et les enseignants ne savent pas précisément où ils vont. Ce phénomène apporte aussi un nouveau regard sur la reconfiguration de la posture enseignante. Outre le fait que l'enseignant n'est plus le détenteur unique du savoir, il se retrouve en position d'être influencé par les enquêtes menées par les élèves. Une source contradictoire particulièrement pertinente, un agencement argumentaire ou une information qui n'avait pas été repérée pendant le travail initial de contextualisation peuvent tout à fait

mener à une évolution du positionnement de l'enseignant. Au-delà même de la question de la détention du savoir, les termes du contrat didactique sont profondément modifiés : les positionnements individuels relatifs à la question vive traitée s'influencent mutuellement dans l'activité de l'enquête, qu'ils soient ceux des enseignants ou bien des élèves. Je le développerai dans la partie suivante mais, dans leur rapport à la certitude, cela place les enseignants dans une situation de forte *vulnérabilité épistémique*. Une façon positive de voir cet aspect consiste à décrire l'enseignement des questions socialement vives et l'appréhension des incertitudes comme un enseignement non-répétitif, et contribuant donc à mettre à distance l'usure du métier, à condition que l'enquête menée soit ouverte.

Du côté de l'enseignement agricole, les enjeux informationnels sont apparemment moins intenses. Lors de nos discussions, les enseignants-stagiaires n'évoquent pas de difficultés à chercher les informations en situation de controverse. Le travail en formation est réalisé davantage en autonomie : l'organisation de l'année de stage et le fait que l'ENSFEA soit la structure dans laquelle se forment tous les enseignants-stagiaires de l'enseignement agricole public de France oblige à concentrer le travail sur des périodes de regroupement. Le reste du temps, le travail individuel ou collectif se fait à distance, d'où l'usage des wikis en ligne notamment. Concernant les apports de formation, la cartographie de controverses est réalisée collectivement (et spontanément, sans recherche d'information) sous forme de post-its au début de l'UE d'interdisciplinarité pour défricher la question générale du groupe (« quelle(s) agriculture(s) pour nourrir l'humanité ? »). Ensuite, les stagiaires suivent de façon itérative et autonome les phases de la démarche d'enquête sans avoir d'outils ou d'apports supplémentaires à propos du traitement des sources. D'après mes observations et ce qu'en disent les enseignants, je n'ai pas constaté de problème particulier lors de ce processus [obs-cr]. Ils mènent en commun, à partir de leurs compétences informatives individuelles, la phase de recherche de sources et confrontent leurs positionnements personnels pour en sortir une trame commune au service de la scénarisation pédagogique. N'ayant pas dégagé la dimension informationnelle comme un enjeu d'enquête lors de mon approche théorique, je ne me suis pas donné les moyens de comprendre cette fluidité apparente dans la prise d'information. En outre, les wikis de groupe n'ont pas été utilisés pleinement par les stagiaires et les sources d'information qu'ils ont utilisés n'y figurent pas (sans doute ont-ils échangé directement par mail plutôt que de passer par la « ferme de wikis de l'ENFA »). Une partie du travail de recherche d'informations est donc invisible et je n'ai pas les outils me permettant de le caractériser. C'est aussi une conséquence des choix de formation : la formation à l'ESPÉ de Montpellier mettait particulièrement l'accent sur le traitement de source, avec une séance en collaboration avec la formatrice des professeurs documentalistes, tandis qu'à l'ENSFEA la question n'a pas été abordée de façon vraiment spécifique. Il est donc difficile pour moi de caractériser cette différence entre stagiaires de l'éducation nationale et stagiaires de l'enseignement agricole. Je ne peux que formuler des facteurs hypothétiques de différenciation dans le rapport aux sources : une expérience de recherche en milieu incertain plus importante au vu des profils plus âgés et plus expérimentés des stagiaires de l'enseignement agricole, une connaissance générale logiquement plus grande du problème discuté (la transition agroécologique), ainsi qu'une culture éducative à orientation technique plus favorable à la mixité des formes de savoirs et donc, par conséquent, des sources d'information. Il est aussi possible que les difficultés n'aient tout simple-

ment pas été explicitement exprimées par les enseignants-stagiaires de l'enseignement agricole et que je ne puisse donc les relater ici.

5. Le rapport aux sources entre les murs de la classe

Les analyses précédentes concernaient la manière de s'informer en tant que citoyens, mais aussi dans le cadre d'une préparation de cours. De manière moins importante, nous avons aussi évoqué lors de nos discussions certaines pratiques informationnelles des élèves et des objectifs éducatifs potentiels ayant trait à l'éducation aux médias dans le cadre de l'enseignement d'une question vive. Nos échanges à ce sujet ont inévitablement touché à des enjeux de définition du rôle de l'enseignant et de neutralité déontologique.

La première question qui se dégage est en effet celle du cadrage dans la recherche de sources en classe. Faut-il fournir aux élèves des corpus déjà constitués pour orienter la recherche dans la direction voulue ? Faut-il au contraire les laisser librement chercher, sans pouvoir maîtriser pleinement le type de sources rapportées ? La plupart des enseignantes disent vouloir privilégier la seconde option afin de laisser les élèves mener leur enquête, comme elles en formation.

> Mylène : Je crois même que ça serait une erreur de transporter mon savoir aux élèves. Je crois que ça n'a aucun intérêt, et c'est même à mon avis pénalisant pour eux parce que je crois que c'est beaucoup plus intéressant qu'ils aillent chercher l'information, qu'ils puissent m'enrichir moi, et eux ainsi. [SES-EA7]

L'enjeu informationnel est ici multiple. D'abord, on retrouve cette idée de co-éducation, d'enrichissement mutuel dans la construction des raisonnements pendant le processus d'enquête. L'enrichissement ne s'effectuerait pas uniquement de l'enseignante vers l'élève, mais aussi de l'élève vers l'enseignante. L'enjeu concerne aussi à la fois l'authenticité de l'investigation menée par les élèves (partir des sources qu'ils connaissent et qu'ils pourraient découvrir dans leur environnement social) mais aussi les objectifs éducatifs d'une telle activité de recherche. Ainsi, la formation à l'esprit critique est considérée comme un pilier majeur de l'enseignement des questions socialement vives par la plupart des enseignants côtoyés lors de mon enquête. Laisser les élèves chercher leurs sources, c'est aussi ouvrir un espace réflexif avec eux autour de la qualité de ces sources. Pour Fanny [PrHo-EA1], il s'agit même de contrebalancer la puissance institutionnelle des « modèles » investis par les différentes sources de référence, officielles, par d'autres lectures qui rendent palpable l'absence de « réponse universelle » face à une question socio-scientifique. Mylène [SES-EA7] dit avoir des élèves chasseurs ou pêcheurs en BTS GPN (Gestion et Protection de la Nature)[144] dotés d'un important savoir technique sur certaines questions environnementales. Elle a donc passé le permis chasse pour pouvoir « actualiser » ses connaissances sur certaines espèces animales et se placer dans le domaine de référence des élèves plutôt que d'imposer un savoir académique qui viendrait d'elle. Elle complète là encore sa vision du processus de recherche d'informations comme une dynamique d'enrichissement mutuel du raisonnement, pour les professeurs comme pour les élèves. Toutefois, plusieurs enseignantes-stagiaires de SVT expriment des craintes autour de la maîtrise de la dynamique du cours et des

[144] Même si ce n'est pas là le niveau scolaire sur lequel je place mon étude et mon comparatisme, l'élément est intéressant.

conséquences de la confrontation des élèves à certaines sources problématiques, génératrices de vivacité. Pour elles, l'enjeu est donc autant une affaire d'intérêt éducatif (authenticité et richesse de l'apprentissage) que de contrôle de l'activité de la classe (anticipation de certains débordements). Je reviendrai plus longuement sur ce dernier aspect dans la partie suivante. Une autre question laissée en suspens concerne la neutralité enseignante dans l'activité de recherche de sources. Comment travailler sur la fiabilité et la qualité d'une source d'information sans contrevenir à un principe déontologique internalisé de manière très importante par les enseignantes de l'éducation nationale ? Pour Julien [SVT-EN3], le but de l'enseignement des questions vives est de permettre aux élèves d'accéder à « des informations pas orientées pour se figer une opinion orientée ». Autrement dit, les enseignantes de SVT cherchent à découpler la qualification d'une source avec le fond de la question socio-scientifique et à dégager des critères de fiabilité dont la solidité soit permanente au sein de différents contextes. Pour poursuivre cet objectif, quatre enseignantes de SVT disent vouloir s'appuyer sur les collègues documentalistes

> Marine : C'est ça ce qui manque un peu : le côté bon okay, comment faire sélectionner les sources aux élèves sans trop essayer de leur imposer non plus ? On avait parlé de confiance aussi, et l'indice de confiance dans tout ça ? Ouais, ça du coup je me reposerai un petit peu sur le documentaliste. [SVT-EN7]

Il faut préciser ici que, dans le cadre de leur formation à l'ESPÉ de Montpellier, une séance consacrée à ce sujet a été organisée par le formateur. La formatrice des enseignants documentalistes est intervenue, ouvrant des possibilités d'interactions avec les documentalistes dans les établissements et apportant des éléments théoriques et pédagogiques à propos de l'éducation aux médias [obs-cr]. Les discussions individuelles de mon enquête se sont déroulées après cette séance. Cette affirmation de la volonté de travailler avec des enseignants documentalistes relève peut-être d'un contexte de formation particulier mais semble tout de même répondre à un besoin de la part des enseignantes de SVT.

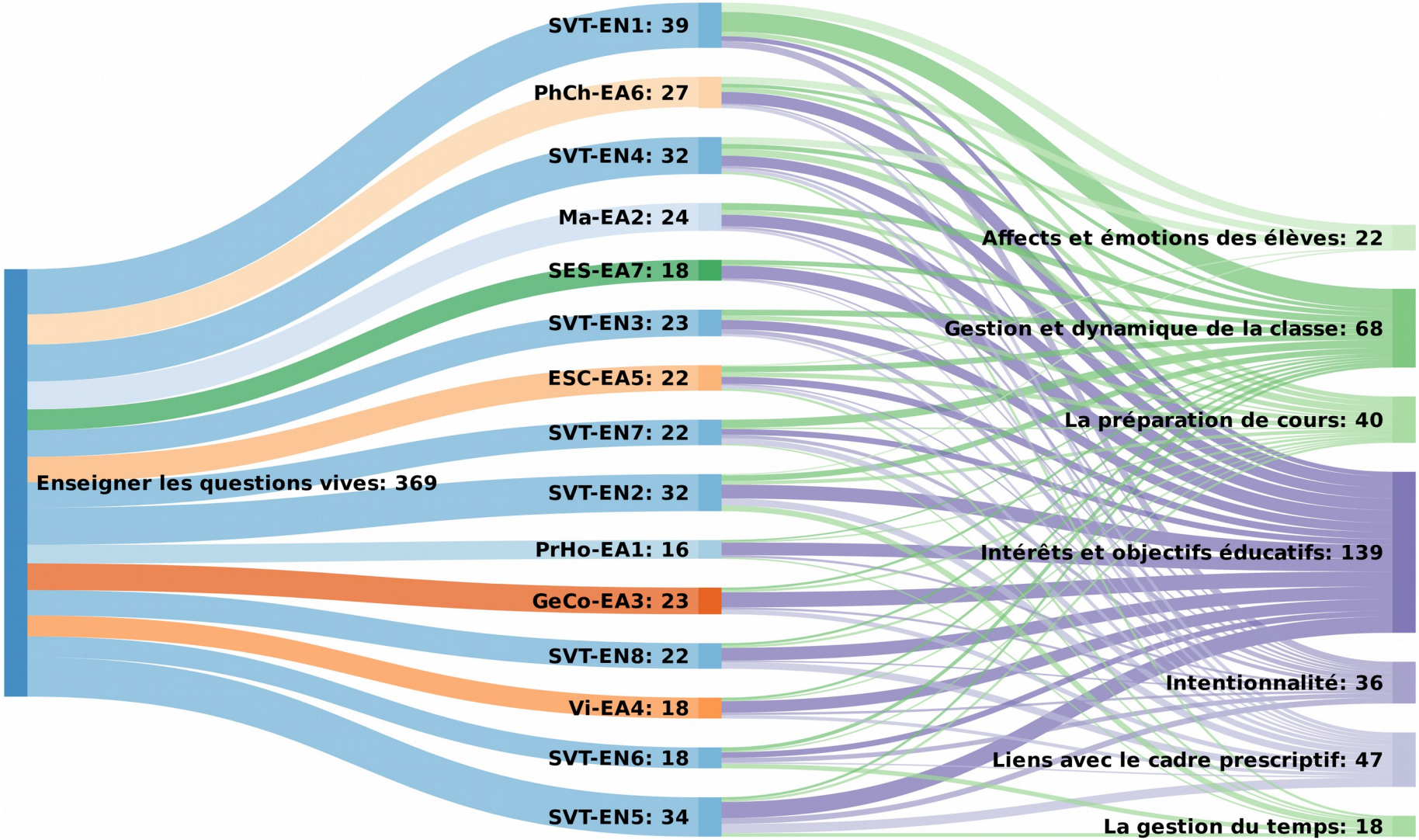
On le voit ici, l'appréhension personnelle des sources d'information se transpose de différentes manières sur le plan de la posture professionnelle. Intérêt de l'apprentissage, objectifs pédagogiques, authenticité, contrôle, vivacité dans la classe, interactions avec les collègues… Autant d'enjeux éducatifs qui émergent en parallèle de mon raisonnement sur le rapport aux sources. Je ne relate pas là des confrontations directes à l'incertitude. Le contexte incertain n'est pas évoqué de façon explicite par les enseignants. Pourtant, l'incertitude y est présente, partout : la pluralité des informations disponibles, la complexité emboîtant des enjeux les uns avec les autres ou la frustration face à l'absence de réponses disponibles sont autant de marqueurs visibles des formes d'incertitude en présence dans les questions vives contemporaines. Les risques d'enseigner exprimés par les enseignants transposent leur confrontation individuelle avec ces questions dans un cadre scolaire et y ajoutent des enjeux de légitimité enseignante. Dans la partie suivante, je défends la thèse selon laquelle, implicitement, des rapports incertitudophiles ou incertitudophobes se forgent dans la constitution de leur posture professionnelle.

c. Le rapport à la certitude chez les enseignants : une question de légitimité professionnelle

1. Les sous-catégories de la thématique « Enseigner les questions vives »

Comment le thème « Enseigner les questions vives » a-t-il été abordé lors des discussions ? Quelles sont les sous-thèmes qui le composent et qui permettent de caractériser leur contenu ? Sept sous-catégories d'« Enseigner les questions vives » ont été créées lors de ma navigation au sein du contenu des discussions : « Intérêts et objectifs éducatifs », « Intentionnalité », « La préparation de cours », « La gestion du temps », « Liens avec le cadre prescriptif », « Gestion et dynamique de la classe », « Affects et émotions des élèves ». Le diagramme suivant matérialise non pas un phénomène de convergence entre des thèmes différents, comme je l'ai fait pour les diagrammes de Sankey précédents, mais la répartition des unités de sens du thème général dans ses sous-thèmes d'appartenance. Le nombre d'unités de sens catégorisées dans ce thème (369) est en effet important et, pour des questions de pertinence et de lisibilité, il me semble plus opportun de s'intéresser à la composition de ce thème plutôt qu'à ses convergences avec les autres catégories, peu significatives car trop diverses. À gauche, sur l'axe primaire, figure donc le nombre d'unités de sens catégorisées sous l'étiquette thématique « Enseigner les questions vives ». Au milieu, sur l'axe secondaire, apparaît leur répartition dans les différentes discussions individuelles que j'ai eues avec les enseignantes, c'est-à-dire toutes les discussions. À droite, sur l'axe tertiaire est ensuite matérialisée la répartition de ces mêmes unités de sens dans les sept sous-thèmes de la catégorie.

Figure 14. Composition des sous-catégories thématiques de la catégorie « Enseigner les questions vives »



La figure le montre bien : le thème de l'enseignement des questions vives est évoqué à de nombreuses reprises dans toutes les discussions, sans exception, et sans différence notable entre les enseignantes de l'éducation nationale (étiquettes EN) et celles de l'enseignement agricole (étiquettes EA). Le sous-thème qui est le plus abordé est celui des intérêts et des objectifs de l'enseignement (139 étiquettes). Dans chaque conversation, cet enjeu a fait l'objet d'échanges sur son ou ses utilités éducatives. Tous les sous-thèmes ont été abordés dans pratiquement toutes les discussions et se répartissent de façon assez équilibrée. Il y a toutefois une exception : la question des affects et des émotions des élèves a été nettement plus abordée dans trois discussions qui regroupent vingt des vingt-deux étiquettes de cette sous-catégorie [SVT-EN1, SVT-EN4, PhCh-EA6].

2. Intérêts éducatifs et intentionnalité d'enseignement des questions socialement vives

Afin de contextualiser l'analyse à suivre, je relate dans ce tableau les réponses à deux questionnements qui figuraient dans mon canevas de discussions et qui ont été abordés dans chacun des échanges : les intérêts éducatifs de l'enseignement des questions socialement vives et l'intentionnalité de l'enseignant pour le (re)mettre en œuvre dans le futur. Ce tableau donne un premier panorama sur la posture des enseignants. La totalité des enseignants identifie ainsi des intérêts éducatifs et considère les questions socialement vives comme utiles et légitimes dans l'espace scolaire. Ils ont également tous l'intention de les enseigner, dans des conditions et des temporalités différentes. De fortes nuances existent toutefois dans la justification qui est donnée à ces intérêts et intentions d'enseignement. Les interprétations que je développe ensuite, axées autour du contrôle de la classe de la maîtrise du savoir, livrent de nombreux éléments d'explicitations à propos de ces justifications et des conclusions que je peux en tirer concernant le rapport des enseignants à l'incertitude.

Tableau 16. Intérêts éducatifs et intentionnalité d'enseignement déclarées par les enseignants

Discussion	*Intérêts éducatifs ?*	*Intentionnalité ?*
Marie [SVT-EN1]	Oui : éducation aux médias et formation de l'esprit critique.	Oui mais ne se sent pas prête.
Jérôme [SVT-EN2]	Oui : ouverture vers la complexité du monde, liens avec le programme.	Oui mais ne sait pas comment gérer l'aspect « chronophage ».
Julien [SVT-EN3]	Oui : pour apporter l'ensemble des arguments et chercher un équilibre dans l'étude de la question.	Oui, autour de l'argumentation.
Valérie [SVT-EN4]	Oui : poser une question et trouver des réponses.	Oui, dans le cadre du thème « Nourrir l'humanité » (référentiel de première générale) mais besoin d'un cadre collectif.
Nathalie [SVT-EN5]	Oui : authenticité des questions en lien avec le programme.	Oui mais attend d'avoir plus d'expérience (notamment sur la gestion des débats).
Fabien [SVT-EN6]	Oui : authenticité des questions et	Oui mais ne sait pas comment gérer

	apprentissage de l'argumentation en interdisciplinarité (Français par exemple).	le temps.
Marine [SVT-EN7]	Oui : questions légitimes car présentes dans le programme.	Oui mais ne sait pas comment les introduire et attend d'être dans un environnement favorable (niveau scolaire idéal, établissement).
Jean [SVT-EN7]	Oui : questions très importantes pour l'avenir des sociétés.	Oui, le fait constamment.
Fanny [PrHo-EA1]	Oui : formation à l'esprit critique et à l'autonomie dans l'argumentation.	Oui.
Stéphane [Ma-EA2]	Oui : « montrer qu'on n'a pas la solution à tout ».	Oui mais attend qu'on lui propose quelque chose en pluridisciplinarité (spécificité des mathématiques).
Annie [GeCo-EA3]	Oui : formation à l'esprit critique de futurs acteurs (professionnels ou citoyens) qui devront « continuer à survivre sur cette planète ».	Oui : « si j'ai les armes pour, je le ferai ».
Blanca [Vi-EA4]	Oui : formation à l'esprit critique par l'expérience.	Oui : « billes scientifiques » présentes mais en attente de « billes pédagogiques » sur les manières de former à l'esprit critique.
Danielle [ESC-EA5]	Oui : formation à l'esprit critique.	Oui mais espère être mieux préparée par le gain d'expérience.
Madeleine [PhCh-EA6]	Oui : formation à l'esprit critique mais aussi à l'activisme.	Oui, le fait déjà grâce à l'expérience et la formation.
Mylène [SES-EA7]	Oui : former des professionnels qui sont capables de comprendre et d'agir.	Oui, le fait déjà.

3. Le contrôle de la classe

L'enseignement des questions socialement vive comporte un risque de *perte de contrôle* sur la dynamique de la classe, du respect du programme ou du temps dévolu à une séance. Voilà ce qu'expriment sept des enseignants de SVT, c'est-à-dire tous les enseignants-stagiaires de l'éducation nationale avec qui j'ai échangé. C'est sans doute le phénomène le plus marquant de mon enquête en termes de comparaison entre éducation nationale et enseignement agricole. Une seule enseignante-stagiaire de l'enseignement agricole a exprimé le même risque, mais en l'abordant autrement. J'analyse ici ce phénomène en identifiant quatre formes de risques rapportés au contrôle de la classe.

Gérer la vivacité, créatrice d'inattendu

Le premier risque de perte de contrôle concerne la gestion de la dynamique de la classe. Quand j'interroge Valérie [SVT-EN4] sur son intentionnalité d'enseignement d'une question vive, elle m'indique qu'elle fait une différence au niveau de la préparation de son cours. Pour elle, le travail de préparation est aussi celui de pouvoir « prévoir les débordements », d'imaginer ce qui pourrait provoquer la vivacité d'une question, et in fine d'essayer de la refroidir pour garder le contrôle. C'est le dispositif du débat qui présente le plus de risques, parce qu'elle ne peut prévoir son

évolution et le contenu des interventions des élèves. Danielle [ESC-EA5], enseignante d'ESC, s'inquiète également de sa capacité à contrôler la vivacité d'une question. Mais elle le présente différemment, en équilibre entre deux pôles chaud et froid où, d'une part, il faudrait « calmer le jeu » ou, d'autre part, « relancer le débat ». Cette capacité s'acquérait selon elle avec l'expérience et serait davantage un enjeu de « savoir-être » de l'enseignant plutôt qu'un enjeu de maîtrise du savoir, ce qui dénote une conception de la posture enseignante bien différente de celle des enseignantes-stagiaires de SVT. Marie [SVT-EN1] exprime quant à elle la même chose que Valérie mais avec un aspect supplémentaire lié à l'émotionnel : elle pense « qu'il faut éviter qu'il y ait des choses qui puissent choquer certaines élèves » et qu'il ne « faut pas laisser sortir les élèves avec des questions ou des mal à l'aise ». Ainsi, elle s'inquiète des conséquences éventuelles de paroles ou de prises de position des élèves en dehors de la classe. Elle prend l'exemple d'un débat sur les OGM où un élève se sentirait concerné si un de ses parents travaillait chez Monsanto. Lorsque j'essaye de creuser avec elle cet aspect, arguant qu'il serait justement intéressant pour ces élèves de penser Monsanto comme un acteur de la controverse dans le cadre théoriquement sécurisant et bienveillant de la classe, elle continue à exprimer ce risque sans vraiment répondre à mon propos. Nous discutons ensuite de la question de la dignité animale et de la méthode de l'association L214 consistant à utiliser des vidéos-espions pour montrer de façon frontale la réalité des pratiques d'abattage. Nous évoquons encore son intentionnalité d'enseignement de ce type de question et les conséquences sur ses méthodes de travail.

> Marie : Je suis d'accord sur le papier, c'est parfait, c'est génial, c'est super de faire ça [d'aborder ce sujet en classe]. Sauf que le problème, c'est quoi ? C'est que moi il m'arrive ça, le gamin il voit la vidéo et le gamin il ressort de là, il est choqué. Il fait des cauchemars pendant trois jours. Ben j'ai les parents qui viennent me voir. Comment je… qu'est-ce que j'en fais ? [SVT-EN1]

Le cœur de l'enjeu, pour Marie, est en fait sa responsabilité d'enseignante vis-à-vis des parents. Depuis le début, elle sous-entend dans la justification de sa volonté de contrôle qu'elle ne peut risquer de laisser échapper le cours de son enseignement sans craindre les conséquences potentielles de la confrontation des élèves à des contenus ou propos sensibles. L'évocation de l'élève dont le parent travaillerait à Monsanto voulait signifier la même chose, sans le dire explicitement. Elle s'interroge ensuite : « est-ce que je suis prête à affronter les parents ? (…) Est-ce que je suis suffisamment forte ? ». C'est donc bien l'idée d'un affrontement (le mot connote la teneur imaginaire d'une telle rencontre) avec les parents d'élèves qu'elle anticipe négativement, et non pas tant le fait qu'un élève puisse être déstabilisé. Alors, la peur de l'inattendu porte autant sur le risque de perte de maîtrise d'une séance préparée (un argument non prévu, un contenu écarté du corpus mais retrouvé par les élèves, une dimension émergente de la controverse pourtant laissée dans la boite noire de l'enquête…) que sur la confrontation avec les effets de cette perte de contrôle (comme les retours critiques des parents, ce qui touche finalement à l'enjeu de la légitimité des enseignantes envers ceux-ci).

Un basculement de la posture enseignante

On touche ici à la question de la déontologie enseignante. Dans leur obsession pour ce que les enseignants-stagiaires appellent "la neutralité", les situations éducatives autour des questions socialement vives sont vécues comme un numéro d'équili-

briste : il s'agit pour eux d'équilibrer ou rééquilibrer la teneur d'un débat qui pencherait trop vers une position ou une réponse affirmée tout en donnant le moins d'indices possibles sur leur positionnement personnel. Julien [SVT-EN3] dit notamment mener constamment cet exercice de rééquilibrage des discussions en classe. Alors qu'il avait organisé une séance sur les OGM, il a été confronté à une intervention d'une de ses élèves qui était très critique envers les biotechnologies et qui l'exprimait de manière catégorique. Dans son souci de rééquilibrage (« il faut que les élèves aient l'ensemble des arguments pour pouvoir se faire une idée »), Julien donne donc des arguments pro-OGM pour contrebalancer l'avis de cette élève. L'échange contradictoire se prolonge et c'est précisément cela qui le gêne. Il a vécu la prise de position de l'élève « comme si c'était un reproche personnel » à son égard, confondant de ce fait les enjeux du débat autour des OGM avec les enjeux d'un rapport social voire hiérarchique entre un professeur et une élève. Il a donc essayé de reporter l'échange sur les arguments et le contenu des débats plutôt que de rester focalisé sur l'opposition rhétorique entre deux personnes. Cet épisode relate un basculement imprévu de la posture enseignante vécu comme un risque.

> Julien : J'ai juste exposé des faits. Ben si, les OGM, comment c'est fait, qu'est-ce que c'est déjà, et comment ils sont utilisés ? Et je m'attendais pas en fait… c'est ça, c'est la surprise, l'inattendu de devoir donner des arguments pour ou contre. Je m'attendais pas à rentrer dans la controverse en fait. [SVT-EN3]

Pour l'enseignant, l'évolution de cette posture apporte aux enjeux éducatifs existants des enjeux supplémentaires, d'ordre argumentatif. L'intervention de Julien dans ce débat l'a fait entrer dans l'arène de la question vive. Le temps d'un échange, il est devenu un sujet positionné et situé dans la controverse, au même titre que l'élève à qui il répondait. Cela l'amène donc logiquement à affirmer : « je me suis peut-être senti acculé », parce qu'il ne s'attendait pas à cette situation qu'il n'avait pas anticipé dans la représentation de sa posture de "neutralité". Marine [SVT-i-07] utilise l'idée de neutralité de façon similaire, pour garder sa distance avec la vivacité de la question. Elle affirme : « j'ai pas envie de faire part au débat en fait » (elle n'a pas envie de participer au débat) et préfère adopter une posture plus surplombante. Mais elle a tout fait conscience des limites de cette notion de neutralité lorsqu'elle aborde des questions socialement vives en classe. Dans ce genre de situation, sa stratégie à elle (représentative de celle des autres enseignants-stagiaires de SVT) est de renforcer encore sa neutralité revendiquée, qu'elle voit comme un rempart à un changement de posture ressenti comme un risque.

Le manque de temps

Jérôme [SVT-EN2], Nathalie [SVT-EN5] et Fabien [SVT-EN6] disent explicitement craindre la contrainte temporelle dans l'enseignement des questions vives. De leurs dires, ce type d'enseignement serait plus chronophage qu'un enseignement de savoirs stabilisés. Ils ont donc une préoccupation quant à la préparation de cours : quel est le temps nécessaire à un débat utile aux élèves ? Combien d'heures faut-il pour pouvoir entrer de façon satisfaisante dans la complexité d'une controverse socio-scientifique ? Mais cette préoccupation porte aussi sur le risque de perte de contrôle une fois l'activité lancée. Si un débat se prolonge, quelles conséquences cela aura-t-il sur le reste du cours, planifié au préalable ? Une chronologie non maîtrisée ne risquera-t-elle pas d'impacter les autres enseignements, du fait d'un manque de temps généralisé ?

Un éloignement des contenus du programme

Dans nos échanges, le thème du lien de l'enseignement des questions vives avec les programmes officiels n'était pas un thème majeur. Tous les enseignants-stagiaires m'ont dit voir de façon assez limpide la connexion entre les questions vives et les contenus d'enseignement prescris. Ceci-dit, Jérôme [SVT-EN2], exprime un risque de perte du fil du programme, la vivacité de la question et des rebondissements imprévus dans le débat qui animerait la classe pouvant l'éloigner du cheminement qu'il aurait préalablement planifié dans sa préparation de cours. Perdre le fil signifie pour lui un éloignement des notions censées être enseignées ou des contenus de référence censés être mobilisés. Le cours d'une activité organisée sur une question vive risquerait donc de faire bifurquer la dynamique de la classe vers un territoire trop éloigné du territoire disciplinaire, défini et jalonné par le curriculum. Je précise ici que l'enjeu de l'évaluation n'a pas été évoqué dans mes discussions, à part quelques mentions qui se rattachaient au lien avec les programmes sans ouvrir de nouvelles perspectives. C'est pour cela que la notion d'évaluation n'apparaît pas dans mes sous-catégories thématiques.

Ces quatre risques d'enseigner identifiés dans mon enquête ne sont pas des résultats inédits et sont déjà documentés, comme je l'ai exposé dans l'état de la question. L'enseignement des questions socialement vives peut reconfigurer la dynamique de la classe et exacerbe des risques d'enseigner qui sont constitutifs du métier d'enseignante. Ce qui est intéressant, dans quelques-uns de mes échanges avec ces enseignantes-stagiaires de SVT, c'est qu'elles prenaient progressivement conscience que les risques qu'elles exprimaient étaient en fait des risques transversaux. C'est la vivacité des questions qui provoque cette perception accrue du risque de perte de contrôle. Les enseignantes-stagiaires le vivent en outre de façon démultipliée parce qu'elles sont encore en formation et que leurs préoccupations professionnelles tournent encore beaucoup autour de la gestion de classe. Mais la compréhension de ces risques est aussi renouvelée lorsqu'elle est articulée avec l'enjeu de la maîtrise du savoir en contexte incertain.

4. La maîtrise du savoir

L'insécurité épistémique des enseignantes

Mon travail d'enquête, recoupant les discussions individuelles pour en dégager des traits collectifs signifiants, m'a confronté à un phénomène saillant : avec les questions socialement vives, les enseignantes sont en situation d'*insécurité épistémique*. Marie [SVT-EN1] fait part de sa peur de ne « pas savoir », d'être « déstabilisée », c'est-à-dire de ne pas être en capacité de répondre à l'interrogation éventuelle d'un élève sur un élément de la controverse. Nathalie [SVT-EN5] ajoute : « on ne sait pas trop quoi répondre ». Annie [ENFA-i-03], enseignante de gestion commerciale, parle d'un « défaut de contenu », précisant qu'elle n'a « pas les armes », « pas les arguments » pour se sentir prête à aborder certains sujets en classe (nous discutons du sujet sensible de la commercialisation de pesticides potentiellement dangereux). Marine [SVT-EN7] relate sa crainte d'être interpellée sur « un point scientifique sur lequel [elle n'a] pas la réponse ». Madeleine [PhCh-EA6], enseignante expérimentée de physique-chimie en lycée agricole, revient sur son début de carrière et ses préoc-

cupations professionnelles d'alors, m'aidant de ce fait à comprendre avec un certain recul ce phénomène.

> Madeleine : C'est qu'en fait, au départ, j'avais ce truc vraiment que pour être une bonne prof, faut que je sois capable de répondre à toutes les questions. Enfin, tu vois ce truc-là, surtout pour être crédible parce que c'est le début. [PhCh-EA6]

La maîtrise du savoir scientifique de référence et du savoir contextuel (au sens d'un savoir additionnel sur la question, non prescrit par le référentiel) serait considérée par les néo-enseignants comme une compétence générale, et donc une condition de l'existence de leur légitimité professionnelle. Sur cette ligne, un épisode intéressant m'a été relaté par Jérôme [SVT-EN2]. En stage, pour sa séance d'inspection, il choisit de travailler sur la question du genre. Il décide de présenter le cas de l'athlète sud-africaine Caster Semenya, dont la performance et la participation à différentes compétitions internationales d'athlétisme a créé la controverse[145], interrogeant la définition socio-biologique du genre. Julien exprime un enthousiasme professionnel fort pour cet enseignement, la question suscitant un réel intérêt au sein de sa classe. À propos de la préparation de cette séance, il dit : « vu que c'était ma séance d'inspection, j'avais bossé le dossier à bloc ». Cela signifie qu'il connaissait « tous les symptômes chez cette personne », seule manière pour lui de se sentir prêt à aborder la question. Mais on voit bien que sa préparation dépasse les attendus scientifiques de l'enseignement et qu'il a cherché à s'assurer un confort épistémique préalablement à la mise en place de l'activité. Il affirme d'ailleurs lui-même qu'il est allé au-delà de ce que lui demandait le programme.

> Julien : Leur interrogation dépassait le niveau qu'on leur demande, clairement. (…) Donc j'avais le niveau auquel je voulais arriver scientifiquement pour eux pour l'épreuve du bac quoi. Et après il y avait le petit plus. Je leur disais ben attention c'est pour nous hein, c'est pour aller un peu plus loin. Si tu veux vraiment savoir, il se passe ça, ça, ça. [SVT-EN2]

L'interrogation des élèves dont parle Julien et les réponses qu'il a pu apporter se placent dans le domaine du scientifique. Pour se sentir prêt à aborder la question, pourtant très vive d'un point de vue social, il a cherché à contrôler l'ensemble des notions scientifiques mises en jeu dans la situation étudiée. La certitude prodiguée par la maîtrise des savoirs de référence en biologie lui a permis d'aborder une question pourtant incertaine avec une certaine sérénité. Cette situation fait tout à fait écho aux propos de Madeleine, présentés auparavant, sur le lien étroit entre le désir de maîtrise épistémique et le sentiment de légitimité professionnelle. Ce constat est d'autant plus fort dans l'exemple de Julien quand on sait qu'il s'agissait de sa séance d'inspection, garante de l'octroi de cette légitimité par son institution de référence. Cette insécurité épistémique dans l'enseignement des questions vives peut également toucher à la limite des savoirs explorés ou mobilisés. Nathalie [SVT-EN5] m'a ainsi fait part de son interrogation sur la mise en place d'une démarche d'enquête socio-scientifique en classe : « au final, ben j'ai pas l'impression de faire des SVT quoi ». Elle justifie son propos en qualifiant ce type d'enseignement de « compétence transversale », le « bénéfice » étant faible pour elle en tant qu'enseignante de la discipline des SVT. Je peux émettre l'hypothèse que sa remarque relève à la fois de la conception du métier d'enseignante (l'idée d'aborder une question socialement

[145] Notamment suite à la décision de l'IAAF (Association internationale des fédérations d'athlétisme) de soumettre l'athlète à des « tests de féminité » (source : page Wikipédia de Caster Semenya) et de mesurer sa production de testostérone.

vive en organisant un débat par exemple demande une compétence considérée comme inhabituelle) et de l'enjeu épistémique (les savoirs mobilisés ne viennent pas uniquement du champ disciplinaire de référence). Ne pas avoir « l'impression de faire des SVT » caractérise ainsi un potentiel franchissement des frontières établies entre les disciplines. Derrière, pour les enseignantes, il y a bien le risque de ne pas maîtriser l'ensemble des savoirs impliqués dans le sujet étudié.

Un impératif de résolution des questions vives

Un premier indice m'amenant à cette analyse m'est apparu lorsque je me suis intéressé à la manière dont les enseignants parlent de leur recherche d'information ou de celle des élèves quand ils sont confrontés à une question vive. J'avais remarqué dans les propos d'Annie [GeCo-EA3] qu'elle adoptait un postulat de base que je n'avais pourtant jamais évoqué au préalable : s'intéresser et se renseigner sur une question socialement vive, c'est chercher une réponse, une solution qui puisse idéalement clôturer le problème. À la lumière de l'enjeu de la maîtrise du savoir, ce postulat se fait encore plus explicite.

Valérie [SVT-EN4] a abordé la notion d'empreinte écologique avec une de ses classes de lycée. Lors d'une séance, alors qu'« on cherchait juste des solutions », elle évoquait devant les élèves les différences de coût énergétique de production par unité de matière en fonction qu'elle soit végétale ou animale. Cette évocation s'est transformée dans l'interprétation des élèves en une prise de position en faveur du végétarisme, voire en une prescription de la part de leur enseignante. La vivacité du sujet a en outre été accentuée par le fait que cette classe est en section sportive. Le principe d'une alimentation basée en partie sur les protéines animales est partie intégrante d'un choix de vie de la majorité de ces élèves (avec une dimension supplémentaire associée à la performance sportive, au-delà du fait alimentaire). L'épisode a créé un malaise des deux côtés : certaines élèves se sont senties attaquées ou accusées dans leur mode de vie par rapport à un enjeu environnemental global, et l'enseignante s'est sentie « limite un peu agressée » par la façon dont ces élèves ont réagi aux pistes évoquées. L'impératif de réponse a créé ce malentendu. D'une part, les élèves sont très demandeurs de réponses définitives et stabilisées. L'urgence de l'apport de solution est d'autant plus importante quand l'enjeu du problème est très vif, comme dans le cas de l'impact écologique de l'alimentation (l'enjeu alimentaire, universel, touche aux besoins de base des sociétés). Cela s'illustre dans la suite de la séance que raconte Valérie, alors qu'elle aborde la question des modèles agricoles.

> Valérie : Là, pareil. J'ai eu de la part de mes élèves : oh ouais, mais Madame c'est bien beau et en fait au final, on fait quoi ? On sélectionne les gens qui crèvent de faim ou pas ? (…) Vous nous dites qu'on est obligés de produire plus parce qu'en 2050 on sera neuf milliards d'êtres humains, mais au final si on fait que de l'agriculture biologique, on nourrit que la moitié des gens quoi. Donc ouais, qu'est-ce que vous nous dites ? Qu'est-ce qu'on fait Madame ? [SVT-EN4]

Dans ce questionnement reconstitué par Valérie, on constate bien que l'absence de certitude guidant l'action est anxiogène pour les élèves. Ils se replient alors sur la première autorité épistémique accessible, l'enseignante, qui est sommée de répondre au « qu'est-ce qu'on fait ? ». D'autre part, les enseignants semblent aussi jouer le jeu de la recherche de solutions. Certaines sont suggérées dans les programmes. D'autres sont issues du positionnement des enseignants qui tentent de les probléma-

tiser et contextualiser, à l'instar de Valérie.

> Valérie : J'ai pas essayé de trancher sur ouais, il faut une agriculture biologique ou non. (…) J'ai vraiment essayé de les mettre dans une situation, leur dire voilà, (…) c'est justement quelque chose où on fait des recherches, on est encore en train de chercher comment on pourrait améliorer les choses. [SVT-EN4]

Il est intéressant par ailleurs de constater que dans sa réponse, Valérie reste dans le champ technoscientifique. Elle présente l'incertitude des solutions comme un état d'avancement insuffisant de la recherche, et non comme une question de choix politique ou d'organisation sociale[146]. Cette réduction de l'incertitude représente sans doute pour elle une manière de pallier la demande de réponse des élèves et de simplifier la gestion de l'insécurité épistémique qui en découle. Une autre expérience éducative, celle de Madeleine [PhCh-EA6], se révèle intéressante. Enseignante de physique-chimie en lycée agricole, elle livre en plus un regard critique sur sa propre expérience, du fait qu'elle est en poste depuis plus d'une vingtaine d'années. Avant qu'elle n'entende parler de questions socialement vives lors d'une formation ponctuelle à l'ENFA d'alors, elle organise un débat sur les OGM dans une de ses classes. À la fin du débat, les élèves l'interrogent sur la bonne solution à adopter.

> Madeleine : J'oublierai jamais. À la fin, tous me regardaient et ils m'ont dit : bon ben Madame, et maintenant vous en pensez quoi ? Enfin… qu'est-ce qu'il faut faire ? Et là, j'étais mais désarmée, j'étais vraiment mais désarmée. Et je me suis dis mais mince, je les ai fait débattre mais, en fait, pour quoi ? À la fin, ils attendent une réponse mais je l'ai pas. [PhCh-EA6]

« Désemparée », mais heureusement « sauvée » par la sonnerie, elle a pu esquiver la demande des élèves. L'expérience n'a donc pas été traumatisante, mais elle a provoqué chez Madeleine une volonté de se former qui l'a justement amenée à s'intéresser aux questions socialement vives. Ce n'est pas l'unique fois où elle a été confrontée à la demande de réponse de la part des élèves. Sur d'autres sujets vifs qu'elle a abordés en cours, comme l'exploitation des gaz de schiste et le transhumanisme, elle relate le même phénomène dans la dynamique de classe. Les mots utilisés sont forts, dénotant un caractère anxiogène : « on sentait l'angoisse », « c'est des élèves qui, tout d'un coup, mais qui paniquent, qui disent mais alors, vite, qu'est-ce qu'il faut… donnez-nous la bonne réponse, calmez-nous ». Cette injonction finale dit beaucoup. « Calmez-nous », comme si la certitude d'une réponse permettait d'éteindre la vivacité de sa perception chez les élèves-citoyens. Je retrouve là un phénomène que j'avais identifié dans mon approche théorique comme une forme d'addiction aux certitudes (Favre, 2013).

5. Éduquer à penser et agir en contexte incertain

Le deuil de l'exhaustivité épistémique

Dans le même temps, certains enseignants, plutôt ceux de l'enseignement agricole, prennent une orientation qui leur permet de gérer les formes d'incertitudes de façon moins frontale. Ils dépassent l'impératif de contrôle et de réponse systématique pour redéfinir leur rôle et leur posture dans un contexte d'enseignement incertain. Stéphane [Ma-EA2], qui parle à la fois en tant qu'enseignant-stagiaire de

[146] Alors que, je l'ai montré dans mon étude de la transition agroécologique, l'enjeu alimentaire est davantage un problème de répartition que de production.

mathématiques et en tant que paysan ayant repris la ferme de son père, dresse le constat qu'il n'« arrive pas à trouver de réponse » à propos de l'enjeu de la transition agricole et d'un modèle qu'il s'agirait de préconiser. D'ailleurs, il va plus loin quand il affirme que « personne n'a la solution », que ce soit sur le plan intellectuel ou le plan de l'action de terrain. Ce n'est donc pas seulement à son échelle qu'il considère que le positionnement est incertain mais aussi à l'échelle collective. Alors, pour lui, la formulation de réponses face aux enjeux agro-environnementaux dépend d'adaptations à des réalités locales et de volontés collectives construites sur l'entraide, la discussion, la coopération entre les individus. Il applique son raisonnement également au cadre scolaire, en affirmant que l'absence de solution à préconiser n'empêche aucunement la mise en œuvre d'un processus d'échange et de compréhension collective des problèmes. Surtout, du point de vue des risques d'enseigner que cela engendre, il considère qu'il est impossible d'être totalement prêt lorsqu'on est enseignant-stagiaire mais que le dépassement de cette sensation d'impréparation fait partie du processus d'apprentissage professionnel : « je commence dans l'enseignement, donc je peux pas partir en ayant peur de tout, parce que sinon j'arrête là et je m'en vais ». Stéphane considère ainsi que les enseignants ne sont « jamais prêts » dans l'absolu, du fait de la nature de leur métier et des contextes dans lesquels ils évoluent (« ça bouge tout le temps »). Blanca [Vi-EA4], enseignante-stagiaire de viticulture, considère quant à elle qu'il est très important de pouvoir reconnaître explicitement en contexte scolaire l'absence de solutions évidentes. Je l'ai déjà évoqué préalablement, elle cultive l'esprit critique comme un remède à la « dictature » de la pensée dogmatique, vue comme la « parole de dieu ». Dans son approche, une solution présentée comme évidente face à un problème donné doit donc systématiquement passer une radiographie critique. Elle voit par conséquent l'incertitude comme une composante transversale des contenus, des éléments, des propositions qu'elle mobilise en classe (« je vis dans l'incertitude », « l'incertitude elle est constante »). Cette incertitude est qualifiée de féconde par Blanca. Elle est la caractéristique qui permet de justifier la mobilisation de l'esprit critique. Fabien [SVT-EN6], lui, alors que nous discutons de la signification du terme incertitude dans différents contextes, m'indique qu'il trouve intéressant de confronter la discipline de la biologie à un « ailleurs » qui aborde la complexité du monde autrement, de façon complémentaire. Il considère que la confrontation de notions qui ont un sens différent en fonction de leur contexte d'appartenance et la relativité des points de vue est bénéfique vis-à-vis des enjeux éducatifs. Pour moi, chacun l'indiquant de manière propre, Stéphane, Blanca et Fabien ont fait le deuil de l'exhaustivité épistémique, c'est-à-dire de l'idée qu'ils doivent absolument maîtriser le savoir de référence ainsi que le savoir scientifique contextuel pour être compétent dans l'enseignement d'une question et qu'ils doivent être en capacité d'apporter une solution concluante à l'enjeu soulevé. Il est intéressant de constater que les trois enseignants en poste avec qui j'ai échangé formulent également cette posture mais de façon beaucoup plus assumée. Dans l'éducation nationale, Jean (SVT-EN8) dit : « j'ai compris que je peux dire à un élève je sais pas », sans le vivre comme « une catastrophe ». Il témoigne également de l'évolution de sa posture professionnelle depuis sa prise de poste.

> Jean : Je crois que quand j'étais jeune professeur, même si ça n'a pas duré longtemps comme la plupart des jeunes professeurs, avouer à un élève qu'il y a une question à laquelle on n'a pas de réponse… (soupir) Oh là là, c'est vécu comme un espèce de naufrage professionnel, alors qu'en vérité, c'est l'inverse qui serait quand même

> incroyable ! [SVT-EN8]

Le basculement de sa logique est saisissant. Initialement, Jean considérait l'exhaustivité épistémique comme une condition sine qua non de l'exercice professionnel. Quelques années plus tard, il me dit que cette même exhaustivité épistémique serait presque inquiétante. J'ai retrouvé cette prise de distance teintée de sérénité professionnelle chez les deux enseignantes en poste en enseignement agricole. Madeleine [PhCh-EA6] marque explicitement une grande différence entre ses débuts professionnels et la situation actuelle. L'expérience l'a changée. Désormais, elle « adore » ne pas tout maîtriser en classe, se laisser surprendre, improviser pour s'adapter à la dynamique de sa classe. Mylène [SES-EA7], elle, m'a précisé l'évolution de sa vision du métier d'enseignante.

> Mylène : C'était quelque chose [le fait de ne pas avoir la réponse] qui me gênait peut-être quand j'étais plus en début de carrière (…), et ça me gênait davantage. Aujourd'hui, je ne vois pas, enfin, ça fait quand même un petit moment que je ne conçois pas mon métier d'enseignante comme devant tout savoir. [SES-EA7]

La différence entre les deux postures, associées à deux périodes professionnelles différentes, est là aussi très claire. J'en tire la conclusion que le rapport à l'incertitude des enseignants change au fur-et-à-mesure de l'exercice de leur métier. L'expérience les amène à faire avec l'incertitude et l'insécurité épistémique qu'elle dégage, sans forcément essayer de la réduire mais plutôt de la contourner.

Pour le prolongement de cet axe d'analyse, il me semble intéressant de continuer à repérer les éléments qui expliquent pourquoi et comment les enseignants peuvent accéder à ce rapport plus apaisé à l'incertitude. Sur la question épistémique, j'ai relevé dans la formation de l'éducation nationale un élément dont les enseignants-stagiaires ont vite compris la potentialité : le travail d'équipe. La collaboration entre collègues, au-delà d'un simple échange d'information dans la salle des professeurs, est effectivement loin d'être évidente dans l'éducation nationale. Deux enseignants-stagiaires, Stéphane et Danielle, passés d'abord par l'éducation nationale puis à l'enseignement agricole, témoignent de cette réalité.

> Stéphane : J'ai fait un stage dans l'éducation nationale privée. La salle des profs, c'était imbuvable… C'était chaque discipline à chaque endroit. Les profs, c'est limite s'ils se bousillent pour avoir les classes de S. Enfin, alors que on a une osmose [en enseignement agricole], même s'il y a quelques tensions c'est vrai, les profs techniques des fois et les profs d'enseignement général… [Ma-EA2]

Si il y a sûrement une part contextuelle, peut-être liée à la spécificité de l'établissement où il effectuait son stage, ses affirmations se recoupent avec ce que dit Danielle [ESC-EA5]. Elle estime ainsi que l'enseignement agricole est doté d'un « esprit beaucoup plus collaboratif ». Elle attribue cela aussi à la culture de l'enseignement agricole et à l'organisation des référentiels « faits pour que les gens travaillent ensemble ». Cela converge fortement avec mon analyse comparative des référentiels de l'éducation nationale et de l'enseignement agricole et l'importance de l'interdisciplinarité dans l'enseignement agricole : les enseignements sont conçus comme un travail d'équipe enseignante, avec des volumes horaires répartis par disciplines mais aussi des objectifs éducatifs transversaux, ce qui nécessite un travail commun de préparation et de mise en cohérence des différents enseignements disciplinaires. Cet « esprit » collaboratif permet à des enseignants d'assumer collectivement des situations épistémiques parfois complexes portant sur des questions incertaines. Dans la sous-partie suivante, je me penche notamment sur un cas de scénarisation interdis-

ciplinaire réalisé par Stéphane, Danielle et deux autres enseignants-stagiaires sur ce type de questions. Dans l'éducation nationale, les enseignantes sont moins habituées à concevoir des activités collectivement. Comme je l'ai déjà évoqué dans mon analyse curriculaire, certaines occasions commencent toutefois à se présenter et on peut imaginer que ces initiatives transversales vont continuer à se développer. Lors de la formation à l'ESPÉ de Montpellier, la formatrice des professeurs documentalistes est venue travailler avec les enseignants-stagiaires pendant une séance, ouvrant des perspectives de collaborations au sein de leurs établissements. Cette possibilité a ensuite été évoquée spontanément par plusieurs enseignantes-stagiaires dans nos discussions, notamment au sujet de leur intentionnalité d'enseignement des questions socialement vives. Dans le cas de Valérie, l'intentionnalité d'enseignement est ainsi conditionnée à une intervention collective, que ce soit avec une collègue professeure (la documentaliste), avec des acteurs de la communauté éducative ou même d'autres potentiellement extérieurs, venant de l'« autour ».

> Lucas : Est-ce que, au contraire, tu te sens complètement outillée et prête à préparer des séances de ce type là [d'enseignement des questions socialement vives] ?
>
> Valérie : Alors pas toute seule, déjà je le ferai pas toute seule. J'essayerais de faire qu'il y ait d'autres personnes qui interviennent avec moi là-dessus.
>
> Lucas : Ah ouais ? Du genre, par exemple ?
>
> Valérie : Ben, déjà, la professeure documentaliste pour tout ce qui est sour… recherche de médias, etc. Et après, (soupir) je sais pas. Je trouverai certainement d'autres acteurs autour, d'autres personnes qui peuvent intervenir sur ma controverse pour pas la gérer moi toute seule, parce que ça... Enfin, moi, j'aurais toujours peur que ça dérape et que je me retrouve impliquée dedans et, qu'en fait, je sois toute seule face à ça et que j'arrive pas à me dépêtrer de la situation dans laquelle j'aurais pu être mise en diffi... enfin, dans laquelle j'aurais pu être. [SVT-EN4]

Valérie précise qu'il s'agit bien pour elle de ne pas prendre toute la responsabilité de l'enseignement sur ses seules épaules, étant donné le risque que « ça dérape » (on se situe ici à la fois sur le registre du contrôle de la classe et celui de la maîtrise du savoir). Cela fait écho à la peur de Marie [SVT-EN1] d'entrer en confrontation avec les parents d'élèves. Les interactions avec et entre les collègues jouent aussi sur cette auto-perception de la légitimité. Marie [SVT-EN1] affirme qu'un épisode de perte de maîtrise d'un enseignement « peut prendre des proportions au niveau du reste des enseignants, de la salle des profs, qu'est-ce qui va se dire quoi ? ». Madeleine [PhCh-EA6] parle de son expérience du débat en classe en début de carrière et de son sentiment d'être « nulle », « pas bonne », lorsqu'elle fait la comparaison avec ce qu'elle perçoit ou imagine du travail de ses collègues. De prime abord, ce phénomène peut sembler de ne pas avoir de rapport avec les formes d'incertitudes des questions vives. J'établis au contraire que l'instabilité qui caractérise ces questions révèle, aiguise et potentialise une insécurité épistémique déjà présente, mais gérable de façon individuelle par les enseignants lorsqu'elle porte sur des questions plus stabilisées. Cette situation éducative reconfigurée fait également remonter à la surface des interrogations autour de la déontologie, de la responsabilité et de la légitimité enseignante, interrogations qui n'étaient jusque là que des enjeux annexes, à partir du moment où la qualité des enseignements reposait surtout sur la maîtrise épistémique.

Du pouvoir-agir en contexte incertain

Si le rôle des enseignantes n'est pas d'avoir réponse à tout et de transférer un contenu sécurisé aux élèves, quel est-il ? Comment l'évolution de la posture au-fur-et-à-mesure du gain d'expérience des enseignantes transforme-t-il la représentation des enjeux éducatifs ? Chez les enseignantes-stagiaires de l'enseignement agricole chez qui j'ai retrouvé un rapport fécond à l'incertitude, on esquisse une articulation entre l'éducation à l'esprit critique et la prise de décision en contextes incertains. Enseignante de productions horticoles en lycée agricole, Fanny [PrHo-EA1] appuie sa motivation éducative sur deux objectifs. D'une part, du fait de la dimension professionnalisante de la filière dans laquelle elle enseigne, elle dit vouloir former des professionnels capables de prises de décision raisonnées. D'autre part, elle cherche aussi à faire en sorte que les élèves, futurs citoyens, puissent devenir des sujets agissants, autonomes, critiques, afin d'appréhender les sujets vifs de notre époque. Quant à Annie [GeCo-EA3], enseignante de gestion commerciale, elle me relate deux épisodes intéressants me permettant de qualifier deux types de postures enseignantes dans la gestion de l'incertitude. Dans le premier cas, nous envisageons la commercialisation d'un produit phytosanitaire controversé pour ses impacts potentiels sur la santé humaine et les écosystèmes. En situation professionnelle, si le produit est disponible sur le marché, c'est qu'il a théoriquement suivi la procédure d'autorisation censée vérifier sa non-dangerosité. L'incertitude porte justement sur cette autorisation : quelles sont les études permettant de conclure que le produit n'est pas dangereux ? N'y a-t-il pas des intérêts communs entre acteurs fabriquant le produit en question, ceux réalisant les études de dangerosité et ceux en charge de la procédure d'autorisation ? Annie, dans ce cas-là, transfère la gestion de l'incertitude aux élèves en ne se positionnant pas.

> Annie : C'est pas que j'oublie le risque, mais je me dis, bon là, on a un produit il est innovant, voilà il fait ça. (…) Donc je vais leur donner les techniques, les principes et ils communiquent dessus. Après, si y en a qui interviennent et qui me disent oui mais moi ce produit j'ai plutôt fait une communication négative, je voulais pas le mettre (…), pourquoi pas, on pourra en parler et ça serait intéressant. (…) Mais je juge pas. [GeCo-EA3]

Dans le second cas, elle me raconte une situation imaginaire évoquée par un élève vis-à-vis de son stage en animalerie. Un client vient acheter un chiot et fait comprendre à l'apprenti-vendeur qu'il ne compte pas vraiment s'en occuper mais que c'est davantage une manière de faire plaisir à son fils. Le client ne semble pas bienveillant, ni disposé à considérer la dignité de l'animal. Que doit faire le vendeur a demandé l'élève à Annie ? Le cadre légal n'indique pas que le vendeur doit refuser la vente au prétexte d'une suspicion de non-respect de la dignité de l'animal. Il y a une incertitude autour de la décision à prendre, de la manière dont elle est prise, de ses justifications, et de l'interprétation de la notion de dignité animale (est-ce digne d'adopter un chien mais de le considérer comme un objet, et quelles sont les implications de cette posture ?). Dans ce cas, Annie se positionne et prend en charge la gestion de cette incertitude. Sans doute ce positionnement est-il influencé par une dimension émotionnelle empathique vis-à-vis de l'animal en question.

> Annie : Là je me suis positionnée en disant, là effectivement, vaut mieux ne pas vendre ce petit chiot à ces personnes. Vous voyez au pire avec votre responsable, vous le trouvez quelque chose, mais non, mais je me suis positionnée. [GeCo-EA3]

Nous sommes donc en présence de deux situations de gestion de l'incertitude en

contexte professionnel qui amènent à dégager deux postures enseignantes : l'une *délègue* la prise de décision sur les élèves (Annie justifiera ensuite qu'elle n'a pas les armes épistémiques pour se positionner sur la question des produits phytosanitaires, mais les élèves ont-ils davantage ces armes ?), l'autre *assume* un positionnement présenté comme juste aux élèves (où l'incertitude ne semble pas poser de problème parce qu'elle est appuyée sur une connaissance du contexte et une conviction). Pour continuer à comparer avec la posture des enseignantes-stagiaires de l'éducation nationale, je n'ai relevé aucun épisode déclaré où l'incertitude était prise en charge par l'enseignante. La neutralité est toujours invoquée pour permettre un resserrement autour des enjeux technoscientifiques. La gestion des incertitudes socio-épistémiques est soit ignorée, soit dévolue à d'autres espaces ou d'autres acteurs (parents, professeurs-documentalistes). La difficulté du comparatisme, ici, est que le contexte professionnel n'est pas projeté en classe de lycée d'enseignement général. L'incertitude porte donc sur la question controversée en tant que telle et implique des enjeux allant de l'échelle locale à l'échelle globale. En l'absence de mise en situation, les enseignantes sont donc confrontées à des incertitudes socio-épistémiques telle que je les ai identifiées dans mon étude et qui sont sans doute plus difficiles à appréhender que si on les aborde en les restreignant au contexte d'une animalerie, d'un produit phytosanitaire particulier, d'une ferme ou d'une interaction entre deux professionnels. L'authenticité de ce contexte, évidemment plus forte en lycée professionnel où les élèves seront directement en prise avec lui, n'empêche pas de réfléchir à des mécanismes de projection qui peuvent organiser une exploration positive des incertitudes, dans l'éducation nationale comme en enseignement agricole. Pour ouvrir des perspectives de discussion sur ce plan éducatif, je me suis intéressé plus précisément à un scénario pédagogique produit par un groupe d'enseignants-stagiaires en formation initiale à l'ENFA [EA-pp-1][147]. Quatre enseignants-stagiaires composait le groupe, dont deux avec qui j'ai discuté : Danielle [ESC-EA5], enseignante d'ESC, Stéphane [Ma-EA2], enseignant de mathématiques, Victor[148], enseignant de zootechnie, et Vanessa, enseignante de TIM (Technologies Informatiques et Multimédia)[149]. Ce scénario illustre notamment les avantages d'un enseignement pluridisciplinaire tel qu'il existe dans l'enseignement agricole et la façon dont la dimension collective facilite l'appréhension éducative des incertitudes, pourtant très fortes, de la question problématisée. Toutes les citations utilisées dans l'étude de cas proviennent du wiki de travail des étudiants ou de la fiche pédagogique « Exploitation agricole du lycée en 2050 » produite à la suite de leur travail de scénarisation.

Étude de cas sur le travail de scénarisation d'un groupe d'enseignants-stagiaires de l'enseignement agricole

Le contexte de la proposition pédagogique

La proposition pédagogique de ce groupe [EA-pp-1] a été pensée pour prendre place dans deux classes du lycée agricole de Poitiers Venours. La première possibilité est

147 Voir annexe 4 : « Productions des stagiaires de l'enseignement agricole [EA-pp-1] ».

148 Ces prénoms ont aussi été changés.

149 La note de service DGER/SDACE/N2002-2048 datée du 3 mai 2003 précise que le rôle des professeurs de TIM est double : elle consiste à la fois à enseigner et à développer au sein des établissements publics de l'enseignement agricole l'usage des technologies informatiques et multimédias.

l'Enseignement à l'Initiative de l'Établissement (EIE) pour la classe de baccalauréat professionnel Conduites et Gestion de l'Exploitation Agricole (CGEA) option Systèmes à Dominante Culture (SDC). La seconde est l'enseignement pluridisciplinaire du baccalauréat Sciences et Technologie de l'Agronomie et du Vivant (STAV) dont j'ai détaillé l'analyse d'une partie du référentiel au début de ce chapitre. L'élaboration de cette proposition s'est faite dans le cadre d'une formation aux enseignements interdisciplinaires, plus précisément au sein du module « Quelle(s) agriculture(s) pour nourrir la planète ? » consacré à la mise en œuvre de la démarche d'enquête socio-scientifique. Les quatre enseignants-stagiaires ont choisi en autonomie de formuler la problématique d'enquête suivante : « Pour nourrir la planète, doit-on passer par un changement de modèle économique, politique et sociétal ? ». Dans le cadre de la mise en œuvre pédagogique, la question à laquelle sont confrontés les élèves est : « Comment imaginez-vous l'exploitation agricole du lycée en 2050 ? ».

La confrontation aux incertitudes socio-épistémiques

En amont de l'élaboration du scénario pédagogique, les enseignants-stagiaires ont déjà discuté de leurs positionnements vis-à-vis de leur problématique commune [enr-cr]. Les quatre membre ont des orientations différentes. Stéphane défend une agriculture paysanne adaptée aux contextes locaux, mais sans forcément passer par un système de garanties et de labellisations. Victor prône lui une agriculture raisonnée (pouvant avoir recours aux produits phytosanitaires notamment) dans le but de produire suffisamment de volume alimentaire. Danielle privilégie quant à elle un modèle de type permaculture, avec des micro-fermes proscrivant l'utilisation des produits phytosanitaires. Vanessa penche vers la position de Danielle mais reste dans une position intermédiaire. Les positionnements les plus opposés sont ceux de Victor et Danielle, parce qu'au-delà de la posture citoyenne ils s'ancrent dans des logiques disciplinaires. Ce qui est intéressant, c'est que ces divergences de positionnement sont actées dans leur trace écrite comme une étape de l'enquête socio-scientifique.

> « Nous avons des approches radicalement différentes et un point de controverse important se distingue entre les disciplines Zootechnie et Éducation SocioCulturelle. La Zootechnie a une approche plus technique, plus orientée vers les techniques de production agricole issues du milieu professionnel et scientifique. Les critères d'analyse des pratiques sont techniques (efficacité environnementale, efficacité économique…) L'éducation socioculturelle, au contraire, emprunte aux disciplines des sciences humaines et sociales ses théories, sa façon d'entrevoir le monde, avec un regard distancié et critique sur les modèles existants. En ce sens, elle est plus critique vis à vis des pratiques professionnelles. Les critères d'analyse sont plutôt tournés vers les questions éthiques, sociales, esthétiques…
>
> Les enseignants de mathématiques et de TIM restent en dehors de cette controverse. » [EA-pp-1]

Leur wiki ne le dit pas, mais je vois dans ces deux orientations vis-à-vis de la controverse un fil intellectuel qui explore déjà différents territoires de l'incertitude, notamment dans les « critères d'analyse » qui sont distingués. La notion d'efficacité environnementale et d'efficacité économique interroge à la fois les impacts potentiels des pratiques zootechniques, tout comme la façon dont cette efficacité est mesurée dans certaines conditions socio-politiques de production des savoirs. Les critères éthiques et sociaux de l'ESC se tournent eux aussi vers ces conditions de production des savoirs et interrogent dans le même temps la préemption de la ques-

tion par les acteurs et les arguments techniques (créant un processus qui décadenasse le cadrage techno-scientifique pour en faire une véritable discussion socio-scientifique).

Une exploration éducative des futurs de l'agriculture locale

Ce que proposent ces enseignants-stagiaires consiste en une projection en l'an 2050. Ils demandent ainsi aux élèves d'imaginer l'exploitation de leur lycée agricole en croisant deux parcours d'acteurs (acteurs à rencontrer durant l'enquête des élèves) avec quatre scénarios d'évolution du régime socio-technique (contexte en 2050). Les deux parcours d'acteurs sont les suivants, c'est-à-dire que, dans leur enquête, les élèves vont rencontrer l'ensemble des acteurs listés par l'un ou l'autre des parcours (les élèves de parcours 1 ne rencontreront que les acteurs mentionnés dans le parcours 1, et inversement) :

1. FNSEA, Biocoop, consommateur urbain du centre-ville de Poitiers, INRA ;

2. Confédération Paysanne, supermarché Leclerc, consommateur rural de Lusignan, agriculteur en modèle conventionnel (avec une exploitation en polyculture-élevage).

Les quatre scénarios d'évolution du régime socio-technique sont (même principe que pour les parcours, chaque groupe d'élève ne travaille que dans une perspective d'évolution du régime socio-technique) :

1. l'urbanisation a grignoté beaucoup de terres agricoles et la taille de l'exploitation du lycée est désormais de 20 hectares (au lieu de 92 actuellement) ;

2. la ville de Poitiers a vu sa population augmenter et 90 % de la population du département vit désormais en ville, l'exploitation du lycée est la seule exploitation agricole dans les 50 kilomètres alentours ;

3. 50 % de la population est devenue végétarienne et l'exploitation du lycée doit s'adapter à ces « nouveaux modes de consommation » ;

4. une grave crise mondiale a réduit les échanges commerciaux planétaires et les exploitation agricoles en général doivent s'adapter au besoin de relocalisation de la production et de la commercialisation alimentaire.

La diversité des acteurs choisis et des contextes d'évolution, l'imbrication des facteurs et la pluralité de possibilités ancrent très fortement ce scénario dans la complexité de la question. Les incertitudes sont partout, accentuées par la projection dans le futur. La dimension prospective du scénario (« agriculture de demain », « futurs défis de l'agriculture », choix de l'horizon 2050) ouvre une variété de possibles extrêmement stimulante pour l'élaboration des supports par les élèves. Plusieurs ressorts sont mobilisés dans cette proposition. D'une part, il y a un ressort imaginaire nécessaire pour se représenter une situation qui surviendra dans plusieurs dizaines d'années. Ce ressort rend possible une prise de distance : si cela doit survenir en 2050, il reste encore du temps pour voir les choses évoluer et surtout pour pouvoir agir sur cette évolution. Il ne s'agit pas d'un enjeu de survie à solutionner tout de suite, ici et maintenant, mais d'une anticipation créative. D'autre part, le fait que l'exercice prospectif concerne une ferme particulière, celle du lycée dans lequel sont inscrits les élèves, crée un cadrage intéressant. Le cas est authen-

tique, puisque les élèves la connaissent parfaitement en tant que lieu de vie et d'apprentissage. L'exercice est aussi jalonné dans l'espace : la question posée ne porte pas sur toutes les fermes du poitevin, de France ou d'Europe (échelles qui rendent difficiles l'appréhension des multiples incertitudes qui les sous-tendent) mais sur cette ferme-là. Un des attendus de la séquence pédagogique est la production d'une image présentant la ferme du lycée en 2050. Les élèves vont donc travailler directement sur l'avenir de la ferme, la modifiant virtuellement et laissant finalement à voir une potentialité future de sa réalité. Les incertitudes influençant l'avenir de l'exploitation peuvent alors sembler plus compréhensibles, car plus incarnées. L'insécurité épistémique et la sensation de perte de maîtrise allant avec me semble ainsi moins problématique.

L'appréhension collective de la complexité

L'aventure de ce groupe de stagiaires est riche d'enseignements. On le voit dans les propositions d'acteurs et de scénarios, chaque stagiaire a injecté des éléments selon son expérience et son positionnement. La vivacité ressentie de la question n'était pas identique pour chaque membre du groupe et pouvait porter sur des aspects très différents de la controverse. Avec une discussion préalable et un travail collaboratif poussé qui les a amené à mettre en commun leur compréhension des enjeux [obs-cr], ils ont réussi à proposer un projet d'application pédagogique qui ne mette de côté aucun positionnement. Ils ont ouvert les potentialités et les ont jalonnées sans les réduire. Ils sont pour cela allés à l'encontre d'une certaine représentation de la neutralité enseignante : c'est bien l'explication de leur positionnement (au sens plein, sans partage entre un positionnement qui serait citoyen et un autre enseignant, à l'image de Stéphane ayant la double casquette enseignant et paysan) auprès des autres qui a permis la production de scénarios riches et ouverts. Les scénarios ne font pas la promotion du végétarisme, du productivisme, ou de la relocalisation, mais ils rendent visibles ces possibilités et les imbriquent les unes avec les autres. Les enseignants se sont ainsi appuyés sur leur positionnement pour construire des situations incertaines dont la résolution revient aux élèves. Dans ce processus de résolution, la réponse à apporter n'apparaît pas comme une solution définitive mais comme une potentialité parmi d'autres, qui s'appuie sur un travail d'imagination (l'image de synthèse de la ferme) et de prise d'informations auprès de sources extérieures (les parcours auprès des acteurs extérieurs). Pour moi, clairement, on se situe là dans une forme pédagogique qui rend possible une éducation aux incertitudes. Pour aller plus loin, il aurait été intéressant de travailler avec ces enseignants-stagiaires la notion d'incertitude. Le scénario aurait pu idéalement intégrer une phase d'identification de ces incertitudes par les élèves pour dégager les facteurs d'influence de l'évolution de la ferme et mieux s'approprier les modalités d'interventions sur ces facteurs (comment un élève peut agir en tant que futur professionnel ? Futur votant ? Futur consommateur ? Sur quels leviers et pour quelles conséquences ?). De surcroît, je retiens la plus-value pédagogique que procure le processus collectif. Quel scénario aurait produit un enseignant travaillant seul, sans ce type d'interactions sur les positionnements personnels ? Or, cela peut se produire régulièrement : un enseignant de SVT abordant le thème disciplinaire « Nourrir l'humanité » pourrait très bien imaginer le même genre de séquence adapté au programme de SVT et à un autre contexte local, mais en l'ayant préparé seul. Un des enjeux d'une éducation aux incertitudes est de pouvoir développer un enseignement collectif des questions socialement vives où l'insécurité épistémique et la vivacité

des positionnements personnels seraient mises à profit.

d. Expérience & incertitude : une revue des parcours professionnels

Au terme de mes analyses, il s'agit maintenant pour moi de synthétiser les éléments signifiants ayant trait à ma troisième question de recherche. Pendant les discussions sollicitées, je n'ai pas fait la demande systématique et explicite aux enseignantes avec qui j'ai discuté de mentionner leurs différentes expériences en contextes incertains, quelles que soient leurs types. Dans la formulation de mon problème de recherche, je précisais en troisième enjeu ma focalisation autour de la filière d'enseignement, de l'expérience professionnelle et de la formation reçue pour identifier des facteurs possibles de leurs rapports aux incertitudes. Mes données offrent donc une possibilité réduite pour comprendre le facteur de l'expérience, certaines dépassant le cadre professionnel mais étant pourtant déterminantes. L'histoire de vie de Blanca [Vi-EA4] ayant grandi en Espagne franquiste est à ce titre révélateur. Le positionnement de Jean [SVT-EN-8] qui mêle expérience professionnelle et expérience militante aurait également mérité d'être davantage exploré, si j'avais pu anticiper dans mon enquête de pouvoir le faire avec l'ensemble des enseignants-stagiaires.

Les parcours scolaires et professionnels recensées dans le tableau suivant sont donc des expériences déclarées. Les points d'interrogations ou l'absence d'éléments signifie donc qu'aucun élément n'a été déclaré par la personne concernée. Cela ne signifie évidemment pas une absence d'expériences mais simplement que celles-ci n'ont pas été évoquées pendant notre discussion.

Tableau 17. Les parcours scolaires et professionnels des enseignantes

Discussion	***Nom fictif de l'enseignante***	***Discipline enseignée***	***Éléments déclarés du parcours scolaire et professionnel***
PrHo-EA1	Fanny	Production Horticoles	- Poste de conseil agricole auprès d'agriculteurs biologiques (secteur associatif), - master MEEF
Ma-EA2	Stéphane	Mathématiques	- BTS productions horticoles dans l'optique de reprendre la ferme paternelle, - licence de mathématiques pour être enseignant de soutien en complément, - 1ère année de master MEEF (éducation nationale), - concours mathématiques dans l'enseignement agricole, - master MEEF.
GeCo-EA3	Annie	Gestion Commerciale	- Master de droit puis poste de juriste en droit rural, - poste de gestionnaire de lycée agricole, - enseignante contractuelle de gestion commerciale, - master MEEF.
Vi-EA4	Blanca	Viticulture	- Doctorat puis post-doctorats en biologie, - poste de conseil agricole auprès des viticulteurs des syndicats de Côtes-du-Rhone, - vacations d'enseignement en parallèle à l'Université de Bordeaux (master en œnologie), - master MEEF.
ESC-EA5	Danielle	Enseignement	- Master de sociologie,

		Socio-Culturel	- poste d'animation et d'ingénierie de projet dans l'éducation populaire (secteur associatif), - enseignante contractuelle d'éducation socio-culturelle (enseignement agricole), - concours lettres et histoire (éducation nationale), - enseignante dans un lycée général (éducation nationale), - concours éducation socio-culturelle (enseignement agricole), - master MEEF.
PhCh-EA6	Madeleine	Physique-Chimie	- Expériences professionnelles préalables à l'enseignement ?, - en poste depuis plus de 20 ans dans l'enseignement agricole.
SES-EA7	Mylène	Sciences Économiques et Sociales	- Expériences professionnelles préalables à l'enseignement ?, - en poste depuis 14 ans dans l'enseignement agricole.
SVT-EN1	Marie	SVT	? (pas d'éléments déclarés)
SVT-EN2	Jérôme	SVT	- Licence en géosciences, - master MEEF.
SVT-EN3	Julien	SVT	- Une année en école d'architecture, - licence de biologie, - master recherche en génétique, - enseignant contractuel de mathématiques, - concours SVT, - master MEEF.
SVT-EN4	Valérie	SVT	- Licence en bio-santé, - master MEEF.
SVT-EN5	Nathalie	SVT	- 1ère année en faculté de médecine, - licence de biologie, - master MEEF.
SVT-EN6	Fabien	SVT	- DUT dans le secteur de la mécanique, - licence ? (non précisé), - master MEEF SVT.
SVT-EN7	Marine	SVT	- 1ère année en faculté de médecine, - licence de biologie, - master MEEF.
SVT-EN8	Jean	SVT	- Licence de biologie, - master MEEF, - en poste depuis 12 ans dans l'éducation nationale.

Les différences de parcours entre les stagiaires de l'enseignement agricole et les stagiaires de l'éducation nationale sont nettes. Quatre enseignantes-stagiaires sur les cinq de l'enseignement agricole (les deux autres sont des enseignantes déjà en poste) ont exercé un autre métier au préalable et s'orientent donc vers l'enseignement dans le cadre d'une reconversion professionnelle. Le cinquième, Stéphane [Ma-EA2], a exercé et exerce toujours, mais de façon officieuse, une activité de paysan sur la ferme familiale. Dans ces parcours, quatre de ces enseignantes-stagiaires ont eu une expérience d'enseignement en tant que contractuelles avant de suivre le master MEEF. Les enseignants-stagiaires de SVT dans l'éducation nationale ont quant à eux des parcours beaucoup plus linéaires. Pour l'ensemble d'entre eux, le parcours MEEF est l'aboutissement de leur parcours universitaire. Après une licence

dans le champ de la biologie, ou une passerelle universitaire vers la biologie après une première année non concluante dans une autre filière (médecine notamment), ils se sont orientés vers le master MEEF. Surtout, leur expérience d'enseignement constitue leur première expérience professionnelle. Aucun n'a auparavant exercé un métier à temps plein, si ce n'est Julien [SVT-EN3] qui a enseigné en tant que contractuel la discipline des mathématiques. De ce fait, d'un point de vue d'ensemble, l'expérience professionnelle des enseignants-stagiaires de l'éducation nationale est nettement moins importante que celle des enseignants-stagiaires de l'enseignement agricole, en tout cas concernant ceux que j'ai rencontrés durant mon enquête. Est-ce le caractère innovant de l'enseignement agricole qui attire des professionnels en quête de reconversion ? Est-ce la visée professionnalisante qui les amène à se dire qu'ils auront davantage leur place dans les lycées agricoles que dans les lycées généraux ? Vis-à-vis de mon objet de recherche, il me semble qu'une hypothèse peut en tout cas être formulée : l'existence d'une expérience professionnelle importante, et donc du déploiement préalable d'une activité dans des contextes divers et potentiellement incertains, semble aller dans le sens d'une appréhension plus positive des incertitudes en contexte éducatif. Et ce d'autant plus que les secteurs d'activités dans lesquels les enseignantes-stagiaires ont exercé sont proches de leurs disciplines d'enseignements et qu'elles ont donc peut-être été déjà confrontées à des formes d'incertitude similaires (même si elles ne les identifient pas comme telles). Dans le cas des enseignants-stagiaires de SVT, la confrontation aux questions vives survient professionnellement pour la première fois en master MEEF (soit dans le cadre de la formation, soit en classe pendant le stage). Les savoirs de référence mobilisés proviennent donc directement de l'expérience universitaire, des enseignements de licence et des différentes sources utilisées dans ce cadre, c'est-à-dire de savoirs épistémologiquement stables et légitimés par leur statut académique. La confrontation avec le terrain, avec les incertitudes des contextes de mobilisation de ces savoirs et autres éléments en décalage épistémologique ne s'est pas encore effectuée, ou alors s'est effectué de façon inattendue et parfois déstabilisante, comme je l'ai montré. On a aussi vu comment, dans ce qui est exprimé par les enseignantes en poste depuis plusieurs années, l'expérience professionnelle d'enseignement les amènent progressivement à faire le deuil de l'exhaustivité épistémique et, par conséquent, d'être beaucoup plus à l'aise, et même aller jusqu'à l'utilisation des incertitudes en présence. L'expérience professionnelle en général, même si elle ne porte pas précisément sur une activité d'enseignement, permettrait-elle aussi de dépasser le sentiment d'insécurité épistémique ?

Dans cette enquête, je n'ai pas réellement les moyens d'explorer davantage le rapport entre expérience (il faudrait évidemment élargir à d'autres formes d'expérience que la stricte expérience professionnelle) et appréhension de l'incertitude, outre les interprétations déjà livrées. Toutefois, c'est une piste de travail pertinente qui est ouverte ici. Avec des outils sociologiques pourraient être explorées plus largement les manières dont les parcours de vie des sujets les amènent à une exposition plus ou moins forte aux incertitudes socio-épistémiques, ou à d'autres formes d'indéterminations, et comment cela influe sur des situations d'enseignement ou d'apprentissage impliquant également des incertitudes.

e. Synthèse des éléments de comparaison entre enseignement agricole et éducation nationale

Dans le cheminement de mon enquête, la comparaison entre enseignement agricole et éducation nationale s'est faite au fil de l'eau. J'en propose ici une synthèse ainsi que quelques ajouts. D'emblée, mon analyse curriculaire a montré que nous sommes en présence de deux cultures éducatives différentes. Dans ses prescriptions curriculaires, l'éducation nationale a davantage tendance à écarter les formes d'incertitudes, ou à les rendre invisibles, parce que la réduction de l'apprentissage autour de savoirs stabilisés sert son objectif de spécialisation, tandis que l'enseignement agricole tend à aborder dans certains cadres ces formes d'incertitude avec une approche plus pragmatique. Dans mes échanges avec les enseignantes, j'ai pu constater que le terme d'incertitude était majoritairement intangible (de manière totale ou relative) pour celles en formation dans l'éducation nationale. Celle en formation ou en poste dans l'enseignement agricole ont quant à elles principalement exprimé une tangibilité relative du terme. Le rapport aux sources est également différencié, en tout cas en apparence. Les enseignantes-stagiaires dans l'éducation nationale évoquent ainsi une difficulté à étayer un positionnement quand elles sont confrontées à un objet controversé ou une situation d'incertitude. Cette difficulté n'est que très peu exprimée par les enseignantes de l'enseignement agricole, sans que je sache si cela est dû aux différences entre les formations (celle de l'ESPÉ de Montpellier consacrant une journée de formation à la question de sources, ce qui n'était pas le cas à l'ENSFEA) ou à d'autres facteurs plus personnels. La différence de comparaison subsiste lorsqu'on compare les sources déclarées d'information, avec des sources plus diversifiées déclarées par les stagiaires de l'enseignement agricole et notamment celle de la rencontre avec des acteurs extérieurs. Je constate toutefois que, dans les deux systèmes éducatifs, les incertitudes vécues au niveau individuel sont en partie prises en charge dans les dynamiques collectives d'élaboration pédagogique (mais de façon toujours implicite, sans réellement parler d'incertitude), que ce soit par l'élaboration d'une cartographie de controverse (EN) ou par une explicitation des points de convergence/divergence (EA) au sein des groupes constitués lors des formations. Un autre élément saillant de la comparaison réside dans le fait que le rapport à la certitude est davantage associé à l'enjeu du contrôle de la classe dans l'éducation nationale, imbriquant l'enjeu épistémique (la présence de savoirs non-stabilisés et donc non maîtrisables) avec l'enjeu de régulation sociale de la classe (la dynamique de groupe, le contrôle du temps, la relation professeur-élève). Côté enseignement agricole, le rapport à la certitude est porté quasi uniquement sur l'enjeu de maîtrise du savoir. Mais là aussi, quelques enseignantes-stagiaires de l'enseignement agricole expriment avoir tiré un trait sur leur désir d'exhaustivité épistémique, quand, dans l'éducation nationale, aucune ne le dit. L'expérience professionnelle supplémentaire des enseignantes-stagiaires de l'enseignement agricole (ayant pratiquement toutes exercé auparavant en tant que contractuelles) est aussi un facteur explicatif de cette différence.

Pour enrichir cette comparaison, je peux préciser l'aspect pragmatique de la culture éducative de l'enseignement agricole. Quelques éléments de mon enquête le per-

mettent. Lors de la restitution de sa proposition pédagogique, le groupe travaillant sur la ferme du lycée agricole de Poitiers Venours [EA-pp-1] présente une grille d'évaluation des compétences des élèves dans la mise en œuvre de l'activité pluridisciplinaire. Cette grille, issue de l'annexe 4 du BO n°25 du 25 juin 2000, a été « piquée » à l'éducation nationale : « on la trouvait très bien alors on l'a prise » [obs-cr]. À l'image du choix de l'outil d'évaluation, le scénario pédagogique de ce groupe dans son ensemble relève d'un bricolage de moyens, d'idées et de ressources trouvant un compromis entre les positionnements individuels de ses membres, les obligations de leur mission enseignante, leurs aspirations professionnelles et l'intérêt des jeunes. Mais ce qui était prioritaire dans la démarche de ce groupe, c'était l'authenticité de l'objet pédagogique (authenticité vécue comme forte, chaque participant du groupe étant engagé d'une manière ou d'une autre dans la transition agricole). Le groupe s'est ensuite arrangé pour adapter de façon pragmatique son projet au cadre posé par le système éducatif et la situation de formation. Au contraire, les observations menées pendant la formation à l'ESPÉ de Montpellier ont montré des stagiaires préoccupées en premier lieu par les attentes institutionnelles et sociales à leur égard plutôt que par leurs propres aspirations de futures enseignantes. Ces préoccupations se sont parfois effacées, le temps de se plonger dans l'élaboration des cartographies ou d'une discussion sur le fond des sujets, mais dès les restitutions des cartes ou des scénarios pédagogiques [enr-cr], l'enjeu du respect de l'injonction revenait avec force (contrôle de la classe, déontologie, respect du programme et du référentiel de compétences, etc), ce qui ne les incitait pas à organiser une exploration des incertitudes, mais plutôt à se maintenir dans leur zone de confort.

Voici une autre anecdote. Le 21 janvier 2016, lors de la première journée consacrée à l'UE interdisciplinarité à l'ENSFEA, une formatrice me raconte que les stagiaires « jouent à caser le plus de fois possible les mots "épistémologie" et "transposition". Ils se moquent un peu du jargon scientifique. » [obs-cr] Le recours à l'ironie peut aussi être une façon de prendre de la distance avec un ensemble d'injonctions basées sur ces savoirs de référence. D'ailleurs, quand nous discutions des différences entre les systèmes éducatifs (certaines enseignantes-stagiaires ont été contractuelles ou ont tenté les concours de l'éducation nationale), j'ai aussi senti une sensation de déclassement quant à la représentation de leur métier. Pour la société, le fait d'"être prof'" dans un lycée agricole n'aurait pas vraiment la même valeur que le fait d'"être prof'" dans un lycée général, comme si le prestige de la profession était liée à son niveau d'exigence épistémique. Un jour, après un cours de la formation, Annie [GeCo-EA3] me dit pourtant dans un couloir que « l'enjeu n'est pas le même pour ces élèves [dans l'enseignement agricole], certains risquent de finir à la rue, d'autres se réorientent, se réinsèrent. On a obligation de former des citoyens. » [obs-cr] Annie semble alors fonder le prestige de son propre métier sur cette base, et substituer une reconnaissance socio-éducative à une reconnaissance fondée sur l'autorité scientifique. Tous ces éléments concourent à une prise de distance avec une culture élitiste dans la façon dont la formation enseignante est vécue dans l'enseignement agricole. Dans leur progression professionnelle, les enseignantes-stagiaires de l'enseignement agricole semblent davantage s'approprier un horizon social et non pas uniquement épistémique (centré sur la transmission de savoirs). L'étayage des intentionnalités d'enseignement des questions socialement vives fait aussi ressortir cette différence de culture entre les deux systèmes : entre la volonté de renforcement de

l'authenticité des programmes et de leur efficacité transmissive (tendance EN) et la volonté de formation à l'esprit critique (tendance EA), la justification de l'intérêt éducatif n'a pas vraiment la même portée sur l'échelle du social.

Définitivement, ces éléments de caractérisation de ces cultures éducatives m'amènent à affirmer que l'enseignement agricole est un terreau bien plus favorable que l'éducation nationale pour l'avènement d'une éducation aux incertitudes. Ils rejoignent d'ailleurs les réflexions liées à la comparaison des référentiels dans la première partie de ce chapitre. Mais l'enjeu, pour moi, n'est pas de distribuer des bons ou des mauvais points. Les deux systèmes éducatifs coexistent et n'ont pas les mêmes finalités. Il s'agit plutôt de pouvoir s'inspirer des succès des uns et des autres pour continuer à faire évoluer l'enseignement des sciences. À propos de la mise en œuvre de l'interdisciplinarité, de l'impulsion d'une dynamique de travail collective entre enseignants ou encore du rapport entre les savoirs et expérience d'apprentissage avec les savoirs et expériences sociales vécues en dehors des murs de la classe, nombres de pratiques ayant cours dans l'enseignement agricole pourraient être inspirantes pour l'éducation nationale.

VI. Discussion & préconisations pour une éducation aux incertitudes

Où il est question d'une écologie, de raisonnements, d'incertitudes, encore et toujours, de scénarios, du futur au pluriel, de science-fiction, de médias, de principes , de se retourner pour regarder derrière soi et, même, de Jules Ferry.

a. Éducation aux incertitudes et enseignement des questions socialement vives

1. Une écologie de l'action pour affronter les incertitudes

Mon travail vise à contribuer à la construction d'une éducation aux incertitudes, référence à ce qu'Edgar Morin considère comme l'un des « sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur » (1999). Il affirme que la prise en compte des incertitudes de notre avenir, dans le système éducatif mais aussi dans la pensée globale, est la meilleure arme contre toutes les formes de déterminismes dans lesquelles les sociétés pourraient s'enfermer : « le futur se nomme incertitude » (Morin, 1999, p. 44). Ce que souligne aussi le philosophe, c'est que dans l'incertain, dans l'indéterminé, dans l'inattendu, il y a de la création, et qu'il vaut donc mieux assumer de nommer cette incertitude pour l'affronter par un processus d'invention. Morin propose d'ailleurs une vison des grandes transformations historiques assez proche de la théorie des transitions socio-techniques. Pour lui, l'histoire n'avance pas d'un seul bloc, avec la régularité d'une horloge. Les transformations commencent par des « créations locales et quasi-microscopiques », apparaissant au départ comme des « déviances par rapport à la normalité » (Morin, 1999, p. 44). Puis, progressivement, ces créations se disséminent, s'appuient et s'accordent avec d'autres créations, et finalement produisent une nouvelle forme de normalité.

> « L'histoire ne constitue donc pas une évolution linéaire. Elle connaît des turbulences, des bifurcations, des dérives, des phases immobiles, des stases, des périodes de latence suivies de virulences comme pour le christianisme, qui incuba deux siècles avant de submerger l'Empire romain ; des processus épidémiques extrêmement rapides comme la diffusion de l'Islam. C'est un chevauchement de devenirs heurtés, avec aléas, incertitudes, comportant des évolutions, des involutions, des progressions, des régressions, des brisures. » (Morin, 1999, p. 45)

Dans cette perspective où « la connaissance est une navigation dans un océan d'incertitudes à travers des archipels de certitudes » (Morin, 1999, p. 47), quel rôle peut se donner l'École ? Ma thèse est de soutenir que l'enseignement des questions socialement vives permet d'affronter positivement ces incertitudes, en se plaçant du côté d'une « écologie de l'action » (ib.). Dans la conception de la théorie de la complexité (Morin, 1990), l'écologie de l'action se propose d'opposer à l'incertain un principe d'action à travers trois composantes : le choix réfléchi qu'est une décision, la « pleine conscience du pari » que comporte cette décision (et donc une exposition à

des risques) et le recours à une stratégie plutôt qu'à un programme d'action. Morin oppose programme et stratégie dans le sens où il considère que le premier serait l'application d'une série d'actions sans aucune variation de prise en compte du contexte, tandis que la seconde consisterait en l'élaboration d'un « scénario d'action examinant les certitudes et incertitudes de la situation » (Morin, 1999, pp. 49-50). Dans la stratégie, le scénario peut être modifié au fur-et-à-mesure que le contexte change et implique des compromis. Ces trois éléments associés (prise de décision, pari exposant à des risques et élaboration d'une stratégie) peuvent permettre d'appréhender les incertitudes d'une question, même si elles ne disparaissent jamais vraiment ou ne peuvent être excessivement réduites. « Le désir de liquider l'Incertitude peut alors nous apparaître comme la maladie propre à nos esprits, et tout acheminement vers la grande Certitude ne pourrait être qu'une grossesse nerveuse » (Morin, 1990, p. 50).

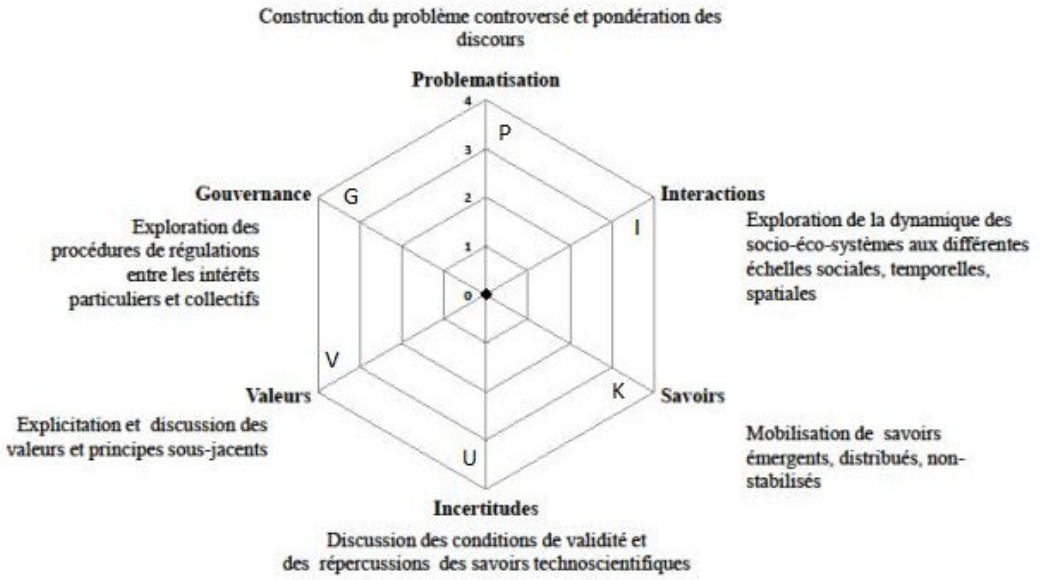
À l'heure où il s'agit de discuter puis de conclure mon travail doctoral, la relecture de Morin et des principes de son écologie de l'action m'amène à constater une convergence étonnante avec les principes de la démarche d'enquête socio-scientifique. Quand un enseignant prépare un cycle autour d'une controverse, n'articule-t-il pas une prise de décision réfléchie (enseigner une question vive dans un cadre situé) qui est une forme de pari (risques d'enseigner) dans l'élaboration d'une stratégie éducative (centrée sur un travail de contextualisation et d'animation de l'enquête plutôt que sur une maîtrise épistémique exhaustive) ? À son tour, l'élève en situation d'enquête sur une question vive ne développe-t-il pas des choix raisonnés (raisonnements socio-scientifiques) impliquant des risques d'apprendre (et d'agir) dans la mise en œuvre d'une stratégie d'apprentissage (exploration collective et autonome dans l'enquête) ? Faisant ce constat, l'enseignement des questions socialement vives est pour moi une des traductions éducatives possibles de l'approche de Morin. Dans leurs trois niveaux de vivacité identifiés (sciences, sociétés, écoles) et dans ses implications épistémologiques, les questions socialement vives visibilisent les incertitudes socio-épistémiques des technosciences. La démarche d'enquête opérationnalise l'affrontement – au sens de la frontalité et non au sens guerrier, pour reprendre l'expression de Morin – avec les incertitudes. De façon très spécifique, l'articulation de mes résultats avec d'autres travaux doctoraux comme ceux sur les raisonnements socio-scientifiques sont alors opérables pour continuer à enrichir ces potentialités de la démarche d'enquête. Les besoins éducatifs d'une éducation aux incertitudes nécessitent également des recherches complémentaires quant à la construction de dispositifs adaptés, ce que je développe ensuite avec les scénarios du futur.

2. L'appréhension des incertitudes dans les raisonnements socio-scientifiques

Morin (Olivier, pas Edgar) a mené un travail doctoral (O. Morin, 2013) autour de la perspective de durabilité dans l'enseignement des questions socialement vives, au moyen de raisonnements socio-scientifiques permettant d'approcher la complexité de ces questions et s'appuyant sur des réflexions existantes sur les raisonnements (Simonneaux & Simonneaux, 2009). À partir d'une situation-problème, des enseignants-stagiaires de SVT et des étudiants australiens ont produit des discours sur des questions vives localisées (comme les marées vertes en Bretagne) liées à la thé-

matique « Nourrir l'humanité ». Morin a ensuite qualifié le degré de complexité de leurs raisonnements concernant six dimensions, dont l'une porte sur l'identification des risques et des incertitudes, et les a représenté sur la base de la figure suivante.

Figure 15. Support de représentation de la complexité des raisonnements socio-scientifiques (Morin, 2013, p. 114)



L'axe des incertitudes, dont les degrés de complexité s'étendent comme pour les autres axes de 0 à 4, est détaillé selon le continuum suivant dans sa version la plus récente (O. Morin, Simonneaux, Simonneaux, Tytler, & Barraza, 2014, p. 528).

- Niveau 0 : « Ne perçoit pas de manque d'informations, les savoirs présentés sont reçus comme des vérités ».
- Niveau 1 : « Reconnaît que les affirmations contradictoires sur la question font appel à des sources d'information multiples ».
- Niveau 2 : « Envisage le besoin d'articuler plusieurs sources d'information pour évaluer les affirmations contradictoires sur les risques ou les solutions ».
- Niveau 3 : « Explique la nécessité d'interpréter les affirmations dans un contexte particulier, de réduire les incertitudes ou d'estimer le risque ».

C'était déjà une avancée par rapport aux travaux de Sadler, Barab, & Scott (2007) de pouvoir identifier de façon distincte et spécifique cet aspect des raisonnements scientifiques (quand Sadler, Barab & Scott cachaient la présence des incertitudes derrière d'autres éléments du raisonnement). Toutefois, dans le détail de son continuum de complexité, Morin s'est concentré sur l'incertitude épistémique. Il interroge le caractère incertain des savoirs mobilisés dans les raisonnements et sa perception plus ou moins grande (d'absence de perception à une conscience assumée) par les étudiants. Au degré 3 de la complexité du raisonnement, une autre forme d'incertitude est mentionnée : l'incertitude des solutions possibles. La grille de Morin pourrait alors être complétée par la prise en compte des autres formes d'incertitudes que j'ai identifiées : l'incertitude des impacts potentiels et l'incertitude des acteurs et

de leurs légitimités. Un autre précision pourrait être apportée concernant le rapport et la distinction entre risques et incertitudes, puisque les deux notions sont associées pour qualifier le même axe de raisonnement. Le terme d'incertitude apparaît au degré 4 du continuum. Cela signifie-t-il que les incertitudes ne sont pas du tout perçues dans les autres degrés possibles de complexité du raisonnement ? Ou qu'elles sont perçues, partiellement sous certaines formes, mais qu'elles sont évitées ? Sur le degré 4 en lui-même, pour ne pas réduire le raisonnement à une logique rationaliste, il serait intéressant de faire figurer une autre possibilité que la simple réduction des incertitudes (dépassement, "faire avec" ou, encore mieux, appui sur les incertitudes). Le terme de risque apparaît quant à lui dans les degrés 3 et 4. Qu'en est-il sur les deux premiers degrés ? En outre, il me semble inapproprié de parler de « doute épistémologique ». C'est dans la description de l'axe du raisonnement qu'il en est fait mention : « la graduation traite de l'expression du doute épistémologique et de la nature contextuelle de la connaissance ». Pour moi, la notion de doute épistémologique fait référence à une attitude sceptique (*on remet en cause ce que l'on sait*) qui est distinct du caractère incertain (*on sait qu'on ne sait pas*). Le doute épistémologique renvoie aussi, dans les résultats de mon enquête, à la posture de certaines enseignantes adoptant les principes du falsificationnisme. Dans ce cas-là, le doute ne sert pas une conscientisation de la nature indéterminée des conditions de production des savoirs, mais concourt à un renforcement d'une séparation entre savoirs et croyances, en fonction de critères rationalistes. C'est pour cela que je préfère parler, pour cette forme-là, d'incertitude épistémique, parce que cette formulation englobe l'enjeu de la légitimité épistémologique mais aussi l'enjeu crucial des conditions sociales qui, elles aussi, participent à renforcer ou au contraire fragiliser cette légitimité. Le choix que j'ai fait de parler de "formes d'incertitudes socio-épistémiques" est donc tout sauf anodin : ma finalité est bien de sortir d'une focalisation simplificatrice sur le savoir scientifique. Si l'on décide de promouvoir et développer l'enseignement des questions socialement vives pour justement contribuer à dépasser le grand partage, une éducation aux incertitudes menée par le biais des questions socialement vives se doit de pouvoir permettre elle aussi ce dépassement en s'attachant à identifier et comprendre des incertitudes socio-épistémiques. En tout cas, mon travail trouverait un prolongement pertinent dans l'utilisation d'une grille adaptée de Morin. Avec des enseignantes en situation de formation ou des élèves en situation d'apprentissage, elle pourrait être un outil d'analyse des raisonnements socio-scientifiques qui permettrait de comprendre plus précisément le rapport des sujets aux incertitudes en présence. La grille permettrait aussi de rendre plus tangible la mesure de l'appréhension des incertitudes en contexte éducatif, et pourrait être utilisée par les enseignants eux-mêmes dans une optique de préparation de cours ou de la recherche de retours qualitatifs par rapport à leurs activités d'enseignement des questions vives par exemple. Elle permet enfin de ne pas aborder l'incertitude isolément, mais dans sa relation avec d'autres composantes de la complexité.

3. Quelles configurations didactiques pour une éducation aux incertitudes ?

Tout au long de mes réflexions, j'ai tâché de mettre en cohérence ma posture épistémologique avec mes développements théoriques, ma méthode, ma manière de

mener et de rendre-compte de mon enquête, etc. Une des traductions de cette recherche de cohérence se situe dans mon effort de différenciation avec les approches éducatives qui tentent de réduire la perception des incertitudes. Partant de cela, un enseignement autour des incertitudes de mesure en sciences-physiques constitue une première étape intéressante (comme l'ont étudié Séré, Journeaux, & Winther, 1998) mais se limite à une compréhension de l'objet scientifique sans interrogation du social. Ma posture critique m'amène à préconiser autre chose : une éducation aux incertitudes socio-épistémiques, avec comme point de gravité les conditions socio-politiques de production des savoirs. La solution technicienne qui apparaissait comme unique devient alors une mosaïque de solutions possibles, déplaçant les regards vers d'autres horizons. Comment inscrire cette visée dans les enjeux éducatifs de l'éducation aux incertitudes que je préconise ? Une manière intéressante pour le formuler serait de l'articuler dans les configurations didactiques des questions socialement vives, notion développée par Jean Simonneaux dans son habilitation à diriger des recherches (2011). Cette notion a pour but de « rendre compte de la construction de situations didactiques particulières, notamment pour analyser la diversité des situations possibles dans l'enseignement des QSV ou des sciences sociales et en identifier au mieux les enjeux éducatifs » (J. Simonneaux, 2011, p. 146). L'enjeu de la configuration didactique est celui de la cohérence entre la posture épistémologique et la stratégie d'enseignement adoptée. Ainsi, une configuration didactique est définie selon l'auteur par une articulation de l'enseignement entre trois pôles : la posture épistémologique, l'attribut des savoirs et la stratégie didactique. Dans un travail de théorisation initiale (J. Simonneaux, 2011), cette dernière pouvait se décliner en quatre orientations possibles :

- une stratégie dite *historique* ou *doctrinale*, correspondant à « une posture magistrale dans laquelle le "maître" expose les contenus d'enseignement avec peu d'interactions communicationnelles » (J. Simonneaux, 2011, p. 143) et visant l'institutionnalisation des savoirs enseignés ;
- une stratégie dite *problématisante* où l'objectif éducatif principal est le questionnement, l'interrogation, la problématisation d'une situation plutôt que la recherche d'une réponse définitive, amenant les élèves à se concentrer sur certaines dimensions du problème ainsi que certaines échelles (spatiales, temporelles, spatiales…) ;
- une stratégie dite de *questionnement critique* s'inscrivant dans une éducation à l'esprit critique, à l'argumentation, à « évaluer des expertises, des positions différentes sur des questions complexes » (J. Simonneaux, 2011, p. 143) ;
- une stratégie dite *pragmatique* visant une mise en activité des élèves (comme les pédagogies de projet par exemple) partant davantage des situations réelles plutôt que d'une approche théorique.

À la lumière des résultats de mon enquête, je propose de compléter la description des stratégies didactiques opérée par Jean Simonneaux par un volet décrivant les postures d'appréhension des incertitudes. Je prolonge donc ci-dessous le tableau des « caractéristiques des différentes stratégies didactiques » présenté dans son étude (J. Simonneaux, 2011, p. 144), sans reproduire l'ensemble des composantes qui y sont détaillées.

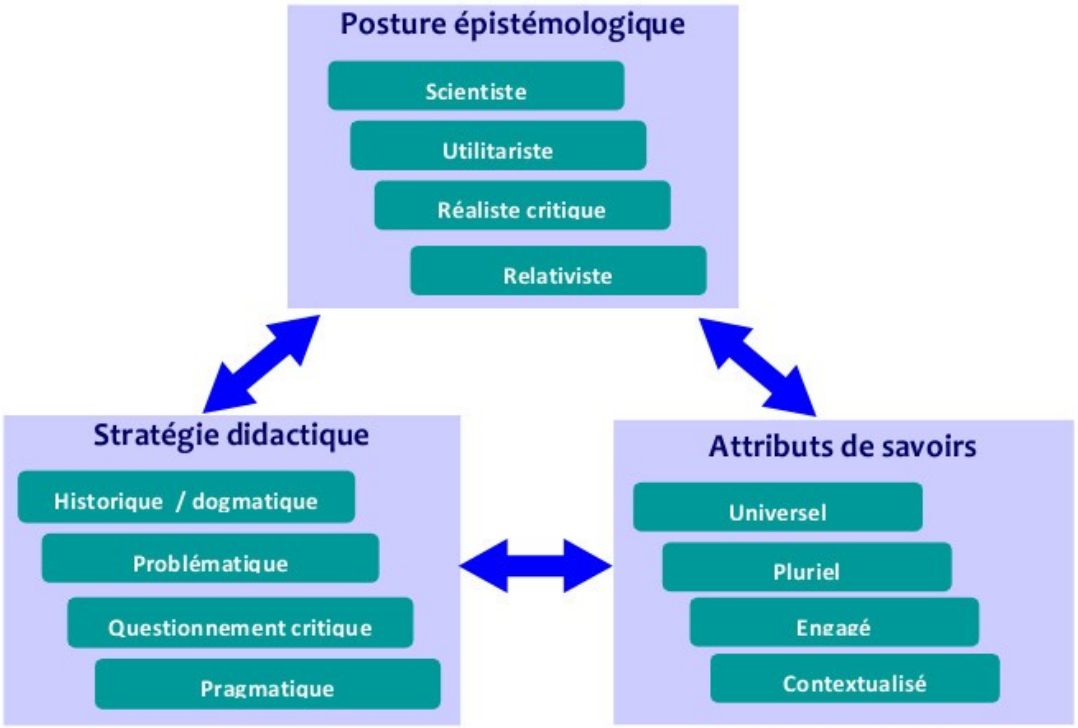
Tableau 18. L'appréhension des incertitudes dans les stratégies didactiques

Stratégies didactiques (J. Simonneaux, 2011)	**Historique/ doctrinale**	**Problématisante**	**Questionnement critique**	**Pragmatique**
Finalités éducatives (J. Simonneaux, 2011)	Connaissances des doctrines présentées	Construction d'un problème en mobilisant des théories	Développement de l'esprit critique	Favoriser un comportement attendu
Apprentissages privilégiés (J. Simonneaux, 2011)	Savoirs disciplinaires	Savoirs (inter)disciplinaires et méthodologiques	État des controverses, argumentation, réfutation, empowerment	(Éco)gestes, gestion de projet…
Formes d'incertitude saillantes	Incertitude épistémique	Incertitude épistémique, incertitude des impacts	Incertitude épistémique, des impacts, des décisions, des acteurs	Incertitude des impacts, incertitude des acteurs
Posture d'appréhension des incertitudes	Réduction, effacement (invisibilité)	Réduction, ou à l'opposé appui, exploration	Exploration, affrontement, dépassement	Réduction, effacement, ou à l'opposé dépassement

Dans la stratégie doctrinale, étant donné l'objectif de transmission de savoirs disciplinarisés et stabilisés, l'enjeu est de réduire au maximum, voire de rendre invisible, l'incertitude épistémique en présence parce qu'elle complexifie justement l'institutionnalisation (un parallèle est ici possible avec les référentiels que j'avais catégorisés dans un pôle d'invisibilisation des incertitudes). La stratégie problématisante étant centrée sur une dynamique d'interrogation, elle peut s'appuyer sur les incertitudes voire organiser leur exploration, comme dans le cadre d'une simulation par exemple. Mais elle peut aussi viser à réduire l'incertitude dans la problématisation, si elle est un prétexte à une institutionnalisation d'une méthode ou d'un savoir (cela pourrait ainsi être le cas dans une démarche d'investigation scientifique à visée problématisante). La stratégie de questionnement critique me semble quant à elle correspondre à l'orientation éducative des questions socialement vives que je défends dans mon travail et peut donc laisser apparaître toutes les formes d'incertitudes identifiées avec une stratégie pouvant aller de l'exploration au dépassement (mise en action réfléchie en présence des incertitudes). Enfin, la stratégie pragmatique me semble davantage porter sur les incertitudes liées aux actions (incertitude des impacts et incertitude des acteurs), avec une posture qui peut soit réduire la visibilité de ces incertitudes pour réussir à développer les actions visées (orientation comportementaliste) ou au contraire les appréhender pour mieux les dépasser ensuite dans l'action (stratégie d'influence sur ces incertitudes).

Outre les stratégies didactiques, les deux autres pôles des configurations didactiques sont la posture épistémologique (scientiste, utilitariste, réaliste critique ou relativiste) et les attributs des savoirs (universel, pluriel, engagé ou contextualisé), comme le synthétise la figure suivante.

Figure 16. « Les trois pôles des configurations didactiques » (J. Simonneaux, 2011, p. 147)



En présentant des articulations particulières entre ces trois pôles, l'auteur propose plusieurs configurations archétypiques comme la configuration hiérarchique (posture scientiste, stratégie doctrinale et savoirs universels) ou la configuration professionnelle (posture utilitariste, stratégie pragmatique et savoirs contextualisés) par exemple. Dans l'optique d'une éducation « post-normale », faisant référence à la science post-normale de (Funtowicz & Ravetz (1993), Simonneaux prône une configuration didactique critique (posture réaliste critique, stratégie de questionnement critique, savoirs engagés) pour répondre aux enjeux de soutenabilité et de fonctionnement démocratique de nos sociétés. Je m'inscris en accord avec cette préconisation, avec une nuance dans mon positionnement qui m'amènerait vers une posture relativiste.

L'idée de ces configurations didactiques n'est pas de cantonner les situations d'enseignement dans une seule configuration ou d'affirmer qu'une seule stratégie didactique serait préférable aux autres et devrait par conséquent être appliquée quelle que soit la situation. Ce qui est intéressant dans l'articulation de ces trois pôles, c'est au contraire la multiplicité des configurations permises (au total soixante-quatre configurations possibles, même si certaines ne semblent ni souhaitables, ni possibles car incohérentes, comme l'association d'une posture relativiste avec une stratégie doctrinale). Pour illustrer cela dans le cadre d'une éducation aux incertitudes, intéressons-nous au dispositif des scénarios du futur mobilisé dans le cadre de la démarche d'enquête (j'en détaille quelques caractéristiques et émets des préconisation dans la sous-partie suivante). Le dispositif pédagogique de scénarisation proposé par le groupe 1 des enseignants-stagiaires de l'enseignement agricole [EA-pp-1] me semble s'orienter vers une configuration articulant posture réaliste

critique (une des capacités mobilisées est « porter un regard critique et distancié vis-à-vis des informations récoltées »), stratégie problématisante (tout l'accent est mis sur la simulation de l'évolution de la ferme du lycée agricole) et savoirs contextualisés (enquête sur le cas d'une ferme localisée dans le lycée agricole du bassin de Poitiers). On se situe là à la lisière entre une configuration archétypique problématisante et une configuration archétypique professionnelle, ce qui est cohérent avec la culture éducative de l'enseignement agricole que j'ai pu qualifier de pragmatique. Toujours autour de la question agroécologique, imaginons maintenant un projet pédagogique de scénarisation du futur mobilisant des ressorts de la science-fiction et visant à imaginer des évolutions à très long terme des pratiques agricoles. En se basant sur les lignes de fractures actuelles de la transition agroécologique et des innovations promues par les technosciences[150], la scénarisation mettrait l'accent sur des tendances radicalement opposées. D'une part, le développement d'une agriculture post-organique, organisée par robotisation totale et ultra-intensifiée par assistance chimique dans des milieux inédits (souterrains, en hauteur, en apesanteur…), faisant écho aux usines de végétaux et de viandes synthétiques imaginées par Barjavel (1972). Les lycées agricoles seraient devenus des écoles de chimie agricole. Et d'autre part, une agriculture dotée de modes de production ultra-localisés et ultra-systémiques pour laquelle les dissociations ville-campagne, paysan-consommateur, agriculture-distribution, nature-culture seraient totalement obsolètes. Entre ces deux tendances extrêmes existeraient des agricultures possibles, imaginables à partir de différentes variables. Développé en tant qu'outil pédagogique, ce mode de scénarisation s'inscrirait dans une configuration didactique associant une posture réaliste critique avec une stratégie de questionnement critique et des savoirs qualifiés de pluriels (car laissant coexister plusieurs paradigmes). Le dispositif des scénarios du futur pourrait donc être mis en œuvre dans une démarche d'enquête selon des configurations didactiques différentes. L'éducation aux incertitudes que je défends ici, visant le développement d'une citoyenneté scientifique et politique (Simonneaux & J. Simonneaux, 2014), trouvera bien plus de ressources didactiques dans le choix d'une stratégie de questionnement critique. D'autres configurations didactiques, qu'elles se concrétisent par un empreint éphémère ou une logique transversale, peuvent trouver leur justification en fonction du contexte et de la situation d'enseignement.

b. Des préconisations pour former à éduquer aux incertitudes

1. Scénarios du futur et démarche d'enquête : premières pistes

Dans un second temps, pour compléter une discussion d'ordre scientifique, je souhaite proposer un certain nombre de préconisations pour la formation des enseignantes. En termes de dispositifs pédagogiques, j'ai observé que celui de la cartographie de controverse ne répondait pas forcément aux attentes que j'avais pu y

[150] Il suffit de consulter l'article techno-béat de Lagrange (2016) dans Le Point pour se rendre compte combien, pour certains acteurs, une agriculture « sans sol » et « sans soleil » serait désirable, généralement étayée par des arguments à nuances positivistes et par ailleurs soutenue par les forces économiques dominantes.

placer pour un objectif d'identification des incertitudes. La cartographie est un bon dispositif pour problématiser, repérer les acteurs et les différents espaces de la controverse et donc pour commencer à embrasser sa complexité mais elle ne permet pas, en tout cas dans les usages qu'en ont fait les enseignantes-stagiaires et que j'ai pu observer, de représenter ou de matérialiser les incertitudes. Parmi les dispositifs présentés dans la figure de la démarche d'enquête au début de ce chapitre, il y en a un qui semble particulièrement pertinent : les scénarios du futur. Mais dans la toute récente histoire scientifique de la démarche d'enquête, ce dispositif a été représenté à titre indicatif sans avoir été réellement investigué dans un contexte d'enseignement des questions socialement vives. Un des prolongements possibles de ma recherche se situe dans le développement de cet outil, forcément lié à l'approche prospective.

Afin de bien comprendre comment je situe l'approche prospective dans la démarche d'enquête et le dispositif de la scénarisation du futur, je précise ici sa signification et des pistes éducatives potentielles, préfigurant ainsi de futurs développements. Du latin tardif "prospectivus" (CNRTL), le terme de prospective associe la signification du préfixe "pro", vers l'avant, au verbe "spectare", regarder. Ce terme est passé de façon courante dans la langue anglaise (dans le sens de ce qui permet de voir au loin) et son usage en français a été relancé par un article du philosophe Gaston Berger publié en 1957 dans La Revue des deux mondes (Godet & Monti, 1997). Dans une tentative de synthèse, de Jouvenel (1993) associe la prospective à trois postulats philosophiques qui écartent la possibilité d'un amalgame avec une compréhension déterministe (prédire ou agir sur le futur de façon certaine) ou une compréhension théologique (dévoiler le futur en émettant des prophéties ou des prédictions). Je me base sur cet auteur qui, bien qu'il soit considéré comme daté dans le champ de la prospective stratégique à visée opérationnelle, reste pertinent pour mon approche parce qu'il s'intéresse à « une réflexion fondamentale (philosophique, épistémologique) sur les problèmes que pose la prospective » (Mermet, 2004, p. 209) plutôt qu'à des enjeux méthodologiques très situés. Les trois postulats présentés par de Jouvenel sont :

- « L'avenir est domaine de liberté » (de Jouvenel, 1993, p. 48). L'auteur entend par-là que, malgré l'amoncellement des savoirs sur l'ordre des choses et le fonctionnement du monde (à propos desquels il y a encore fort à faire), les lois de diverses natures (juridiques, scientifiques, etc) ne peuvent prédire le futur des sociétés. Ce constat se fait au détriment du « sujet connaissant qui devra faire l'apprentissage de l'incertitude, un apprentissage d'autant plus difficile, avouons-le, que nous avons été élevés dans le culte de la vérité, du savoir beaucoup plus que dans celui du risque et de la liberté » (de Jouvenel, 1993, p. 50). C'est au contraire le « sujet agissant » qui, lui, pourra s'emparer du caractère incertain de l'avenir pour y trouver des espaces d'auto-détermination.
- « L'avenir est domaine de pouvoir » (de Jouvenel, 1993, p. 51). L'auteur reprend les propos de Godet qui identifie trois attitudes possibles face aux incertitudes de l'avenir : une attitude passive (subir le changement), une attitude réactive (s'adapter au changement une fois qu'il est survenu), et une attitude prospective (se préparer ou agir pour un changement). Ce postulat place donc les acteurs dans une double activité de veille (qu'est-ce qui pourrait advenir) et d'action (qu'est-ce qu'il serait possible de faire ?).

- « L'avenir est domaine de volonté » (de Jouvenel, 1993, p. 53). Est entendu dans ce troisième postulat le fait que l'outil de la prospective cherche à inscrire l'action dans un temps long. Les injonctions économiques (rentabilité immédiate par exemple) et politiques (une échéance électorale à venir) instaurent une « dictature de l'éphémère » qui peuvent empêcher des décisions allant dans le sens de l'écologiquement soutenable ou du socialement souhaitable.

À partir de ces postulats, la démarche prospective est définie comme une démarche pluridisciplinaire, se plaçant sur une échelle temporelle longue (prenant les trois temps passé, présent et futur en compte) et tenant compte des phénomènes de rupture, de désordre et de discontinuité dans les processus sociaux, ce qui de mon point de vue la place en convergence avec les éléments de la théorie de la complexité apportés par Morin et présentés précédemment. Concrètement, de Jouvenel fixe ensuite cinq étapes concernant la méthode prospective (1993, pp. 55-56) :

1. la formulation du problème et la définition de l'horizon temporel ;
2. la construction d'une matrice prospective par le choix des variables ;
3. le recueil des données concernant ces variables et l'émission d'hypothèses ;
4. la construction des futurs possibles (sous forme d'une arborescence par exemple) ;
5. l'orientation de l'action par des choix stratégiques.

L'approche prospective a été utilisée dans de multiples domaines et sur des échelles de temps et d'espaces très variées. La prospective dite stratégique s'est par exemple beaucoup développée en France comme point d'appui des décisions de certaines organisations, entreprises privées ou organisations publiques (Godet & Monti, 1997). D'autres écoles, comme celles des "future studies" (études du futur) dans les sociétés anglo-saxonnes se sont données des objectifs plus exploratoires (Gonod & Gurtler, 2002). Aux États-Unis, la démarche prospective a souvent été convoquée afin d'éclairer des dirigeants politiques et documenter des évolutions globales, à l'image du fameux rapport Meadows « Halte à la croissance » publié en 1972. Comment pourrait alors être mobilisée la démarche prospective dans un cadre éducatif ? Pour être clair, il ne s'agit pas de donner à la démarche d'enquête le même caractère stratégique que les démarches prospectives mobilisées dans les organisations. Il ne s'agit pas non plus de suivre à la lettre une méthode scientifique pour produire une étude prospective considérée comme viable dans le champ de la dynamique des systèmes. Et il s'agit encore moins d'anticiper des tendances prédéterminées desquelles on ne pourrait guère s'échapper. Au contraire, l'objectif éducatif dans l'usage de la prospective que je propose est celui d'une réappropriation : le mouvement de projection, son postulat de liberté, et, dans la mise en œuvre de la démarche d'enquête par les élèves, la prise de conscience que l'action présente peut radicalement changer le futur. De fait, sur une problématique liée à la transition agroécologique par exemple, l'enjeu n'est pas de reproduire des anticipations très poussées conçues pour la prise de décision (ce qu'a pu produire la DATAR pour orienter les politiques publiques) ou une étude exhaustive de l'état des écosystèmes mondiaux (ce qui était la charge de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire). Il s'agit plutôt d'enrichir ou de renforcer ce qui fait déjà la pertinence de la démarche d'enquête socio-scientifique,

avec un focus particulier sur les formes d'incertitudes. Je propose ci-dessous des premiers éléments d'élaboration du dispositif des scénarios du futur, en dialogue avec les principes et phases constitutives de la démarche d'enquête. La référence à de Jouvenel constitue bien une relecture et non une stricte application de ses principes. Je dois aussi préciser que le terme d'hypothèse n'est pas entendue au sens rationaliste. "Hypothèse" signifie ici une possibilité, une opportunité, peu importe le type d'étayage (l'hypothèse peut s'appuyer sur l'imaginaire comme sur une publication scientifique). Il s'agit d'ailleurs de garder en conscience que, même si la scénarisation est dotée ici d'une valeur éducative et pas opérationnelle, la responsabilité des futuristes réside dans le fait qu'elles font parties du monde qu'elles (d)écrivent (Masini, 2006). Enfin, j'ai souhaité rester dans l'esprit de la démarche d'enquête en proposant une structuration très ouverte du dispositif, qui puisse s'adapter à plusieurs enseignements disciplinaires et à différents contextes scolaires. C'est pourquoi la caractérisation par les élèves des hypothèses, ou des possibles, pourrait aussi bien porter sur leur caractère de soutenabilité, de plausibilité ou de souhaitabilité (d'autres caractères sont imaginables).

Tableau 19. Le dispositif des scénarios du futur dans la démarche d'enquête socio-scientifique

Les étapes de la démarche prospective (de Jouvenel, 1993)	***Éléments pour la construction de scénarios du futur***	***Posture possible d'appréhension des incertitudes***	***Liens avec les principes/phases de la démarche d'enquête***
1 *Formulation du problème et définition de l'horizon temporel*	- problématique (dimensions de la question à investiguer) - échelle temporelle (court/moyen/long termes) - échelle spatiale (locale/nationale/ continentale/mondiale) - buts de la scénarisation (crédibilité/création/investigation…) et type de scénario travaillé (tendanciel/contrasté, exploratoire/normatif…)[151]	**Invisibilité /esquisse**	Caractère ouvert et évolutif de la question qui guide l'enquête
2 *Construction des raisonnements prospectifs*	- facteurs pertinents à prendre en compte par rapport à la problématique - informations à disposition et informations à chercher ou à produire (sources fournies par l'enseignant, sources personnelles/collectives, sources manquantes) - formes d'incertitudes en présence	**Exploration**	Phases de recueil et analyse d'informations, et de construction des raisonnements ; reformulation possible de la question en fonction des savoirs disponibles ; pluridisciplinarité.
3	- traitement des informations recueillies	**Compréhensio**	Phases de recueil et

[151] Je me base ici sur les éléments de différenciation des types de scénarios de Poux (2003). Les scénarios tendanciels sont ceux qui s'intéressent à des continuités probables des tendances actuelles, à partir de facteurs dont la stabilité est importante, à l'inverse des scénarios contrastés qui eux se basent davantage sur des hypothèses de rupture. Les scénarios exploratoires partent quant à eux d'une situation existante pour se projeter vers une situation future tandis que les scénarios normatifs opèrent un mouvement inverse, d'une situation future imaginée à leur mise en place rétrospective remontant jusqu'à notre présent.

Recueil des informations et formulation des possibles	- qualification des incertitudes (formes/ ampleur) - caractérisations individuelles/collectives des possibles (plausible/souhaitable/soutenable…)	**n**	analyse d'informations, et de construction des raisonnements ; mobilisation d'autres dispositifs de l'enquête si besoin.
4 *Représentation des possibles*	- structuration des hypothèses (divergence/coexistence/convergence…) pour construire du/des scénario(s) du futur - choix de représentation des scénarios (écrit/arborescence/vidéo/image/dessin/ graphique…)	**Appui**	Phases de construction des raisonnements et de compte-rendu de l'enquête
5 *Orientation de l'action par des choix straté-giques*	- diffusion des scénarios du futur (restitution scolaire/publicisation/actualisation…) - identification des actions possibles pouvant influencer les scénarios - choix éventuels de mise en action (éducative/individuelle/collective…)	**Dépassement**	Phase des réponses possibles et actions conduites

Le projet pédagogique présenté par l'un des groupes d'enseignants-stagiaires de l'ENSFEA [EA-pp-1] s'inscrivait par exemple pleinement dans ce type de dispositif. Le cadrage opéré par ces enseignants était déjà très précis, avec quatre scénarios définis et des acteurs extérieurs auprès desquels les élèves devaient aller chercher les informations. La représentation du futur possible – la ferme d'un lycée agricole en 2050 – y prenait la forme d'une image de synthèse produite par les élèves. Dans ce cas-là, il y avait une forme de recherche de plausibilité. Mais on pourrait tout à fait mobiliser le dispositif des scénarios du futur avec une exploration beaucoup plus imaginaire de la réalité. Le lien historique entre science fiction et prospective le souligne. En effet, la science-fiction nourrit elle aussi la compréhension de l'action présente en ouvrant la réflexion à des possibilités en apparence plus lointaines (en temporalité et tangibilité). Mais, comme le démontre Rumpala (2016), le dépassement des limites de la prospective scientifique ouvre le regard vers des paramètres fondamentaux de l'organisation de nos sociétés. La science-fiction pose alors des possibles socio-politiques élargis, institutionnels (quel ordre social dans un monde post-étatique ?) ou économiques (dans un monde post-travail ?). Pour moi, la formulation de futurs utopiques ou dystopiques serait donc une possibilité tout à fait légitime d'un tel dispositif d'enquête socio-scientifique. Ce qui est également intéressant dans ce genre littéraire, c'est le trait d'union qui relie "science" et "fiction". On trouve dans plusieurs œuvres des inventions littéraires qui s'articulent avec des savoirs scientifiques, sans que ces derniers soient présentés comme des vérités indépassables. Asimov était à la fois docteur en biochimie et écrivain particulièrement inventif. On voit bien comment, dans ses œuvres, il a pu injecter des savoirs en mettant ceux-ci au service du récit, de la mobilisation de l'imaginaire et de la portée philosophique de la fiction. Dans un autre style, Barjavel décrit ainsi l'agriculture française dans *Ravage*, un récit se déroulant en 2052.

> « L'humanité ne cultivait presque plus rien en terre. Légumes, céréales, fleurs, tout cela poussait à l'usine, dans des bacs.

> Les végétaux trouvaient là, dans de l'eau additionnée des produits chimiques nécessaires, une nourriture bien plus riche et plus facile à assimiler que celle dispensée chichement par la marâtre Nature. Des ondes et des lumières de couleurs et d'intensité calculées, des atmosphères conditionnées accéléraient la croissance des plantes et permettaient d'obtenir, à l'abri des intempéries saisonnières, des récoltes continues, du premier janvier au trente et un décembre. » (Barjavel, 1972, pp. 39-40)

Il y aurait là aussi beaucoup à dire. Sur le plan scientifique, des connexions avec des savoirs de référence peuvent être construites pour la compréhension d'une telle intensification (ce qui peut faciliter l'approche du dispositif par des enseignants qui se préoccupent particulièrement de la contrainte curriculaire). Mais surtout, avec un regard socio-scientifique, cette agriculture (ou plutôt cette industrie) interroge. Quels impacts créerait des usines de ce type sur leur environnement ? À quoi la vie ressemblerait-elle dans un système alimentaire aussi artificiel, sans saisonnalités ? Dans cette société dystopique, sous quelles formes et dans quelles conditions des alternatives pourraient exister ? Et surtout, rétrospectivement, se pose la question de la façon dont nous pourrions éviter de créer ce futur indésirable faisant écho à des technosciences existantes qui en dessinent les prémices, et quel autre virage pourrait prendre une agroécologie cette fois-ci soutenable. Ce sont des questionnements qui peuvent également être posés par le travail Brunet & Herman (2015), présenté en introduction de cette thèse.

Cette dimension créative, basée sur la connexion entre savoirs et imaginaires, permet justement de dépasser le caractère anxiogène de certaines incertitudes des questions vives. De la même manière que la figure du grand méchant loup des contes de tradition orale permet d'aimanter un ensemble de peurs enfantines pour mieux les dépasser (Lafforgue, 2002), j'émets l'hypothèse que la création de scénarios du futur – même fictionnels – pourrait permettre de dépasser des incertitudes dont la dramaturgie médiatique et politique est tellement forte qu'elles nous semblent indépassables. Sans aller jusqu'à le justifier ainsi, c'est d'ailleurs ce que propose de faire le référentiel du module 7.2 de la filière STAV de l'enseignement agricole, en mobilisant des récits de sciences-fiction traitant d'« utopies post-humaines ». Cette perspective complète l'utilisation plus classique de l'approche prospective en histoire-géographie dans l'éducation nationale, par exemple[152]. Je défends en outre l'idée que les scénarios du futur puissent être un dispositif mobilisable en enseignement des sciences expérimentales. Ce dispositif trouve tout à fait sa place dans la démarche d'enquête socio-scientifique et j'estime qu'il serait tout à fait complémentaire d'autres dispositifs permettant d'appréhender la complexité d'une question vive (comme la cartographie de controverse, comme je l'ai déjà montré). La formation à l'enseignement des questions socialement vives pourrait s'enrichir, via la démarche d'enquête, de cette relecture de la démarche prospective pour aborder la notion d'incertitude et se nourrir des expérimentations pédagogiques futures qui s'en inspireront.

2. Une formation contribuant au développement d'une éducation aux médias critique

La dialectique entre les modes d'information des enseignantes et la construction de

[152] « La prospective dans l'enseignement de la géographie », site disciplinaire de l'académie de Dijon : <http://histoire-geographie.ac-dijon.fr/spip.php?article873>.

leur positionnement sur une question vive est une des découvertes de mon enquête. Si je n'ai pas initialement abordé dans mon approche théorique le champ des questions socialement vives sous l'angle de l'éducation aux médias, il me semble maintenant indispensable de prendre ce résultat en compte et d'en tirer des préconisations et des perspectives qui appelleront à un étayage scientifique complémentaire. Je reviens donc ici sur les caractéristiques de l'Éducation aux Médias et à l'Information (ÉMI) dans l'éducation nationale et dans l'enseignement agricole et sur ce qui m'apparaît comme des enjeux cruciaux de formation pour une éducation aux incertitudes.

Dans l'éducation nationale, l'ÉMI est depuis la réforme Peillon inscrite dans la loi en tant qu'objectif éducatif transversal. L'EMI participe ainsi à une formation scolaire qui, en théorie, « développe les connaissances, les compétences et la culture nécessaires à l'exercice de la citoyenneté dans la société contemporaine de l'information et de la communication » (Article L111-2, 2013). De façon assez similaire à l'éducation à l'environnement et au développement durable, l'ÉMI n'est pas un enseignement disciplinaire à proprement parler, avec ses heures et ses enseignants dédiés. Elle est un enseignement transversal qui s'incarne de différentes manières au lycée sur la base d'un socle de compétences : dans les cours d'enseignement moral et civique, potentiellement dans les enseignements pratiques interdisciplinaires (thème « information, communication, citoyenneté »), dans les parcours citoyens, dans des temps événementiels (notamment via les mesures annoncées en janvier 2017 pour la « mobilisation de l'École pour les valeurs de la République ») et dans certains référentiels disciplinaires par des points d'entrée spécifiques. Les professeurs-documentalistes sont en partie en charge de l'ÉMI et du travail autour des compétences info-documentaires et de l'éducation aux médias (au sens journalistique). Mais les autres enseignants sont aussi censés travailler ce genre de compétences avec les élèves. L'enseignement agricole intègre également l'ÉMI mais dans des enseignements disciplinaires spécifiques ou dans des modules pluridisciplinaires. Trois enseignantes prennent en charge ces enseignements dédiés : l'enseignante d'éducation socio-culturelle, la professeure documentaliste et l'enseignante de Technologies Informatiques et Multimédia (discipline n'existant que dans l'enseignement agricole et articulant la notion d'information à l'usage de logiciels numériques). De fait, l'ÉMI a plus de consistance dans l'enseignement agricole, parce que davantage d'heures effectives lui sont consacrées et qu'elle est donc moins dépendante d'opportunités de contextes (volonté des enseignants de travailler ensemble, ressources disponibles dans les établissements, etc).

Le constat parallèle que j'ai pu faire dans mon enquête a montré que, particulièrement dans l'éducation nationale, l'enjeu de la recherche de sources pour se situer dans une question vive était problématique : sentiment de saturation informationnelle, délégation de cet enjeu éducatif de l'enquête aux professeures-documentalistes, pas de mobilisation de ressources disponibles pourtant structurées par l'institution de référence (comme celle mises à disposition par le Centre pour l'Éducation aux Médias et à l'Information, CLÉMI, par exemple[153]). Le doute épistémologique falsificationniste que j'ai pu caractériser chez les enseignantes est aussi parfois transposé en une sorte de doute médiatique, interrogeant leur représentation des médias journalistiques. Cela pose la question de la légitimité des sources journalistiques pour les enseignantes quand elles mettent en œuvre une enquête. Quelles

[153] Disponibles sur : <https://www.clemi.fr/fr/>.

sont les critères ressentis de fiabilité de ces sources ? Ces critères dépendent-ils d'un régime de vérité, similaire à ce que j'ai pu constater à propos d'une incertitude épistémologique (il y a ce qui est acquis comme vrai et ce qui est potentiellement faux, soumis à l'exercice d'un scepticisme rationaliste), ou d'un régime de démocratie interrogeant les contextes sociaux et les valeurs promues par ces médias ? Ces questionnements pourraient faire l'objet d'une recherche tout à fait complémentaire. Une des hypothèses à explorer pourrait concerner la proéminence apparente d'une représentation réductrice de ce qu'est un média journalistique chez les enseignantes de SVT, sur un mode communicationnel de type émetteur-réceptrice où la réceptrice, sujette à influence, ne peut que recevoir de façon passive l'information. C'est bien là un des enjeux d'une éducation aux incertitudes, parce que l'ÉMI participe de l'appréhension des incertitudes en dépassant l'opposition binaire entre vraie et fausse information. Cette perspective peut s'appréhender selon une approche des médias qui ne peut être que constructiviste, dans le sens où les médias construisent une réalité sociale mais ne la révèlent pas. Dans ce sens, le média est abordé comme « lieu d'interaction », producteur de « discours social » et créant un « enjeu de pouvoir » (Davallon, 1992, p. 103), ce qui ouvre un espace de discussion bien plus considérable que dans le cas où l'on s'intéresse à sa seule dimension technique. Dans la continuité, il faut ajouter des enjeux récents concernant les informations falsifiées et les nouveaux modes informationnels. À une époque où le traitement des informations et leur hiérarchisation est en débat dans l'espace public, il est absolument nécessaire que des organisations relais comme le CLÉMI[154] puissent aider à distinguer les notions d'informations falsifiées, de canulars, de sites satiriques, de sites sensationnalistes, amalgamées dans l'expression fourre-tout de "fake news" (expression utilisée dans des sens bien différents et dont l'usage relève trop souvent du même mécanisme conspirationniste que le recours aux théories du complot). Si cette distinction est nécessaire, dans ma perspective elle ne doit donc pas suppléer une éducation aux médias critique qui puisse ensuite aller interroger les conditions socio-économiques de production des informations. L'institution éducative montre de franches limites dans cet exercice, même si la définition législative et institutionnelle de l'ÉMI se place bien dans une perspective critique. Par exemple, l'association Acrimed a souligné des manquements criants dans certaines ressources mises à disposition par le CLEMI, par exemple à l'occasion de la semaine de la presse.

> « Jamais ne sont mentionnés le rôle des patrons de médias et les pressions économiques qui s'exercent sur les journalistes. (…)
>
> On comprend que la connaissance des médias n'est qu'une première étape, nécessaire mais non suffisante. La critique documentée permet ensuite de mettre au jour les mécanismes de production de l'information liés aux intérêts des groupes industriels qui détiennent les organes de presse. Cette exigence d'aller au bout de la critique dans la formation aux médias est une nécessité. Si l'objectif est bien de former des citoyen·ne·s averti·e·s et non des consommateur/trices de contenus médiatiques. » (Li, Jiro, Duam, Morel, & Aït Kaci, 2016)

Le CLÉMI met pourtant quelques ressources à disposition sur ce sujet, par exemple sur le cas du quotidien Direct Matin (possédé par le groupe Bolloré) et de l'accident de train entre Yaoundé et Douala en 2016 au Cameroun, sur la ligne ferroviaire dont

[154] « Des fake news aux multiples facettes », site internet du Centre pour l'Éducation aux Médias et à l'Information : <https://www.clemi.fr/fr/ressources/nos-ressources-pedagogiques/ressources-pedagogiques/des-fake-news-aux-multiples-facettes.html>.

l'exploitation revient au même groupe Bolloré[155]. Mais il est vrai que cet axe éducatif est peu développé et minoritaire par rapport à l'ensemble du contenu des autres ressources pédagogiques.

L'enjeu est fin pour les critiques des médias mais aussi pour la posture enseignante : il s'agit bien de préférer à l'usage finalement très conspirationniste d'un doute simplificateur une posture critique qui se déporte du débat vrai-faux pour aller vers une véritable exploration du monde médiatique, dans toutes ses dimensions (symbolique, interactionnelle, économique, journalistique, sociale, etc). Cette exploration doit en outre pouvoir s'adapter à des médias décloisonnés par l'usage des internets et dont les structures, les environnements, les contenus, les pratiques et les positions sociales de ses acteurs sont profondément modifiées. Dès lors, « le numérique ne vient pas modifier l'ordre de composition des actions de l'éducation aux médias, mais complexifier chacun d'eux en leur assignant de nouvelles propriétés et fonctions » (Loicq, 2017, p. 152). La démarche d'enquête, et la place centrale qu'elle laisse à l'expérience vécue (reprenant l'articulation déjà connue entre éducation *aux* médias et éducation *par* les médias), a son rôle à jouer dans cette éducation critique. Il ne faudrait pas non plus que de telles enquêtes s'enferment dans l'expérience opératoire, instrumentale des médias numériques et de leurs interfaces, au sens d'une enquête qui ne s'intéresserait qu'à l'usage des technologies et non à leurs arrière-vitrines. L'horizon d'une ÉMI articulée avec une éducation aux incertitudes serait finalement une « littératie médiatique critique » (Fastrez & Philippette, 2017, p. 104), la plus en capacité d'outiller les élèves pour l'accès à une autonomie de pensée et de pratique médiatiques.

Mais comment des enseignantes qui avouent elles-mêmes ne pas réussir à situer les multiples informations contradictoires qu'elles reçoivent peuvent-elles assumer cette perspective éducative sans être réellement formées à une éducation aux médias critique ? Sur ce point crucial, l'enjeu de la formation professionnelle est de faire en sorte que la qualité du travail autour du processus de recherche d'information dans l'enquête socio-scientifique ne dépende pas uniquement des ressources et des pratiques personnelles de l'enseignante. Une de mes préconisations est de renforcer considérablement la formation des enseignants à propos des enjeux soulevés par l'ÉMI. Le travail avec les professeures documentalistes au sein des établissements, via des enseignements interdisciplinaires ou d'autres dispositifs, est également une bonne piste de préconisation, à condition que cela ne consiste pas à organiser une dévolution totale, comme si l'ÉMI ne faisait pas partie du champ disciplinaire des sciences expérimentales. L'instauration d'une dynamique collective dans la phase de recherche d'informations par rapport à une question socialement vive donnée peut ainsi avoir des effets bénéfiques, comme l'a montré une étude sur la constitution d'un corpus médiatique par un groupe d'enseignants (De Bernardo & Molinatti, 2014). Collectivement, et donc se constituant comme groupe de professionnels, les enseignants assument des choix d'exploration des questions vives – y compris de leurs dimensions politiques – qu'ils n'auraient peut-être pas autant assumés en tant qu'individus (soumis à des critiques différenciées). Cet éclairage me permet par ailleurs de faire la jonction avec l'enjeu déontologique qui constitue lui aussi une des discussions nécessaires que nous devons avoir au sein de la communauté éducative pour le développement d'une éducation aux incertitudes.

[155] Disponible sur : <https://www.clemi.fr/fr/ressources/nos-ressources-pedagogiques/ressources-pedagogiques/influence-des-actionnaires-le-cas-de-direct-matin.html>.

3. Neutralité ou impartialité ? La déontologie enseignante dans l'éducation aux incertitudes

Certains résultats saillants de mon enquête portent sur les enjeux autour de la construction et de l'expression du point de vue de l'enseignant par rapport à la question vive abordée en classe. D'abord parce qu'à plusieurs reprises, ceux-ci ont été confrontés à une demande de réponse ou de solution de la part des élèves (réponse qui ne dépend plus de la détention d'un savoir mais d'un positionnement socio-scientifique). Ensuite parce que, dans le cadre de la préparation des cours et par rapport à la didactisation d'une démarche d'enquête, les enseignants s'interrogent sur la pertinence de leurs propres choix (constitution d'un corpus, situation-problème permettant de lancer l'enseignement, etc). Un des points communs de ces situations se situe dans l'enjeu déontologique. Un des principes largement évoqués par les enseignants lors de plusieurs situations de formations – de façon beaucoup plus prononcée dans l'éducation nationale que dans l'enseignement agricole – était en effet celui de la compatibilité entre certaines pratiques d'enseignement des questions socialement vives et le respect de leur déontologie. Il y a en effet un changement de régime éducatif avec les questions vives, changement déjà largement exposé tout au long de mon travail. Si, en apparence, le lien entre enjeu déontologique et enjeu éducatif d'exploration des incertitudes peut paraître ténu, j'y vois au contraire une interaction cruciale. C'est en effet l'injonction à la neutralité qui peut nuire à une éducation aux incertitudes : s'orienter dans des questions incertaines procure plus de place à la dimension éthique et au débat autour des valeurs. Le positionnement des enseignants comme des élèves est dynamique, évolutif, mouvant, et s'appuie autant sur des savoirs de différents types (dont scientifiques) que sur des étayages d'ordre socio-politique. C'est précisément par rapport à ce frottement sciences-sociétés que les enseignants gardent une sorte de distance professionnelle permettant de sécuriser leur légitimité (en tout cas dans la façon dont ils se la représentent). Pour mieux comprendre la base du problème, retournons à la source. Il y a, dans les grands principes de l'enseignement public obligatoire qui s'appliquent donc aussi au système de l'enseignement agricole, trois piliers : la gratuité, la laïcité et la neutralité. Voici un extrait de la description de ce dernier.

> « Le service public doit (…) être assuré avec neutralité, c'est-à-dire sans considération des opinions politiques, religieuses ou philosophiques des fonctionnaires ou des usagers. (…) Il implique pour ceux-ci [les agents du service public] de n'agir, dans le cadre de leurs fonctions, qu'en vertu de l'intérêt général, sans tenir compte de leurs opinions ou d'intérêts particuliers. »[156]

Cette formulation est précise, dans le sens où ce sont bien les opinions des usagers (les élèves) mais aussi des fonctionnaires (les enseignants) qui ne sont pas censées être prises « en considération ». On demande donc bien aux enseignants d'agir comme s'ils étaient des agents dénués de tout point de vue, de toute rationalité politique, de toute capacité à penser de façon autonome autrement qu'en n'étant pas pleinement au service de l'institution. Il y a en outre un paradoxe évident à faire la distinction entre la notion d'opinion et la notion d'intérêt général. L'intérêt général et sa mise en œuvre entre les murs de l'École ne dépend-il pas du champ politique, et notamment quand on demande à cette même École d'agir pour « les valeurs de la

[156] « Principes généraux de l'éducation », *Éduscol* : <http://eduscol.education.fr/cid47766/les-grands-principes.html#lien2>.

République » ? Quelles sont justement ces valeurs ? Et, au-delà, quels sont les contours de l'intérêt général ? On voit bien comment sa définition est au contraire complètement immergée dans les remous de l'espace social (je ne reviendrai d'ailleurs pas sur l'interprétation du principe de laïcité, débat dont l'extrême vivacité démontre bien comment la notion d'intérêt général dépend intrinsèquement des lignes de forces dégagées par la confrontation des opinions).

Ma thèse est de défendre que ce n'est pas parce que le débat socio-scientifique mis en œuvre dans un cadre éducatif intègre des enjeux éthiques et produit des positionnements politiques qu'il tombe forcément dans une forme de prosélytisme. C'est bien là le nœud de la controverse : il y a selon moi une grande confusion entre différentes notions. Ce que l'École a toujours voulu éviter, et c'est profondément lié à l'histoire de sa construction politique fondée en partie sur l'opposition avec l'institution religieuse, c'est un enseignement prosélyte. Dans son dictionnaire « de pédagogie et d'instruction primaire », Buisson (1911) livre des indices d'appréciation de cette histoire. Alors que l'enjeu de ce dictionnaire a été de structurer l'idée d'instruction et de renforcer le besoin d'une école obligatoire (Savoie, 2012), il évoque à la lettre N le principe de neutralité.

> « Quand à son tour Jules Ferry exposa au Parlement la théorie de la neutralité scolaire, il dit expressément à plusieurs reprises : "Nous n'avons promis ni la neutralité *philosophique* ni la *neutralité politique"*. Le bon sens en effet ne permet pas de concevoir une école qui, par définition, se proposerait la neutralité absolue, c'est-à-dire s'interdirait de parler. Car le langage le plus familier, celui que l'enfant doit apprendre pour comprendre tout le monde et en être compris, emploie constamment et couramment des mots qui supposent, si on les presse, certaines notions philosophiques et sociologiques. » (Buisson, 1911)

Ce que précise Buisson à propos de la neutralité dans la toute jeune école publique et gratuite d'alors, c'est qu'elle est de nature religieuse, visant « l'émancipation de l'école par rapport à l'église » (Buisson, 1911). Dans l'extrait que je relate ici, il est étonnant de constater la pertinence de propos qui ont pourtant plus de cent ans. Je ne peux que souscrire à l'idée que la recherche d'une neutralité « absolue » dans le champ éducatif ne peut qu'aller de pair avec l'idée d'une École muette, renonçant à son pouvoir de transformation du monde. L'intérêt de l'enseignement des questions socialement vives, c'est justement d'affirmer que l'espace scolaire est un espace social parmi d'autres et qu'il peut, qu'il doit même être traversé (sous certaines conditions, bien sûr) des débats qui sont ceux de la société toute entière ainsi que préparer aux débats qui émergeront dans le futur. Ses acteurs, enseignants, élèves, sont aussi des sujets sociaux qui pensent et agissent comme tels, mobilisant des savoirs, des valeurs, des représentations, des aspirations qui ne sont pas dissociées dans le processus de raisonnement. Selon moi, le moyen de dénouer ce nœud déontologique est de différencier la notion de *neutralité* de celle de *prosélytisme*[157]. La neutralité est définie par le CNRTL comme un « caractère, [une] attitude d'une personne, d'une organisation, qui s'abstient de prendre parti dans un débat, une discussion, un conflit opposant des personnes, des thèses ou des positions divergentes ». La neutralité est donc définie comme une position de *non-engagement* (je passe outre l'exemple suisse et le paradoxe philosophique d'un non-choix qui constitue pourtant un choix en lui-même). Mais pourquoi les institutions éducatives ont-elles fait de la neutralité un principe fondamental, en élargissant sa dimension

[157] Ce positionnement est autant une posture politique du chercheur que je suis face aux institutions éducatives qu'une posture de préconisation pour la formation des enseignants.

religieuse à ce qui relève de la politique et de la philosophie ? Le non-engagement serait-il un objectif éducatif ? Apparemment non, si l'on se penche sur certains référentiels et les mises en œuvre transversales de l'éducation à la citoyenneté. En outre, il est demandé à l'enseignant de relayer et d'appliquer les valeurs et les options politiques qui sont théoriquement celles de la république (lutte contre le racisme, contre le sexisme, liberté, égalité, fraternité, etc). Finalement, une façon plus pertinente de maintenir un rempart légitime contre le prosélytisme (défini par le CNRTL comme un « zèle déployé pour convertir autrui à ses idées, pour tenter d'imposer ses convictions », ce qui n'est effectivement pas le rôle d'un enseignant) serait d'opter pour un principe d'*impartialité*. Ce terme est défini comme l'inverse de la partialité, c'est-à-dire de ce « qui prend parti pour ou contre quelqu'un ou quelque chose, au mépris de l'équité et de l'objectivité ; qui juge avec parti-pris ». L'idée d'impartialité est par conséquent beaucoup plus intéressante, car beaucoup plus riche, que celle de neutralité : plutôt qu'un non-engagement, interprétée dans son acception élargie comme une posture par défaut incitant à refroidir toute question ou à mettre à l'écart tout ce qui relève de l'engagement et donc du politique, il faudrait privilégier une posture qui recherche l'*équité* (on sait, à ce stade de la lecture de la thèse, ma réticence envers le terme d'objectivité). Le maintien de l'équité dans un débat n'empêche effectivement pas l'expression d'un engagement, d'un positionnement. En tout cas, le développement d'une éducation aux incertitudes ne peut à mon avis passer que par une remise en cause du principe de neutralité, dans les termes où il est aujourd'hui entendu et appliqué. Ce principe est en effet extrêmement bloquant. Soit, d'une part, il est surinterprété et amène les enseignants-stagiaires à éviter, pour ne pas prendre de risque, de s'exposer à tout ce qui a un rapport proche ou lointain avec le champ du politique. Soit, d'autre part, il est mobilisé pour aider à écarter des possibilités qui menacent le maintien d'une maîtrise épistémique rassurante. Dans les deux cas, l'enjeu relève bien de la question de la légitimité professionnelle. L'École gagnerait grandement à préférer la valeur de l'équité à l'idée d'absence d'engagement dans ce qui fonde en partie cette légitimité des enseignants.

De ce point de vue, je ne peux qu'affirmer que la réflexion de Kelly (1986) autour des postures d'enseignement des controverses et notamment celle d'*impartialité engagée* est toujours d'actualité. Détaillée dans mon chapitre 1, cette posture est préférée par Kelly en comparaison avec trois autres postures possibles (neutralité exclusive, partialité exclusive, neutralité impartiale). Pour l'enseignant, elle consiste à expliciter son engagement dans le débat tout en garantissant des conditions impartiales d'explicitation des autres positionnements et arguments existants. Dans mon interprétation, l'impartialité engagée ne signifie pas pour autant que l'enseignant énonce explicitement son positionnement aux élèves de but en blanc à propos de toute question socio-scientifique abordée en classe. À la manière d'un concept critique, elle interroge l'effort mis par l'enseignant pour cacher à tout prix son positionnement, comme son interprétation de la déontologie le lui demande, à des élèves en demande de contextualisation ou de points de vue qui puissent faire office de référents sociaux, positifs ou négatifs. Cela n'empêche évidemment pas des débats et des recherches absolument nécessaires sur les nuances de cette impartialité engagée, notamment parce que la relation entre un enseignant et un élève est aussi une relation de pouvoir. Comment par exemple prendre en compte l'impact de l'explicitation du positionnement d'un enseignant en fonction du contexte d'un établissement scolaire, de l'âge des élèves, ou d'une situation d'apprentissage

particulière ?[158] Et puis au-delà, ma préconisation ne consiste pas non plus à préconiser une posture enseignante qui serait la seule valable. Surtout, cela serait dommage de ne pas prendre en compte les résultats de mon travail : l'engagement des enseignants est loin d'être figé et explicite quand ceux-ci construisent leurs positionnements au fur-et-à-mesure de l'enquête parallèle qui se met en place chez l'enseignant et chez les élèves. L'engagement de l'enseignant est dynamique, évolutif, indéterminé et s'actualise aussi par l'évolution des engagements des élèves. Alors, ne faudrait-il pas dépasser l'expression d'impartialité engagée pour en formuler une autre, plus adéquate à ce phénomène de co-éducation dans la construction des positionnements relatifs à une question socialement vive, tout en plaçant au centre de la déontologie enseignante le principe d'impartialité ?

[158] Il serait ainsi théoriquement plus intéressant qu'un enseignant explicite son point de vue, si demande lui en est faite, à la fin de la mise en œuvre d'une démarche socio-scientifique, une fois que les élèves ont pu construire et renforcer de manière autonome des positionnements raisonnés.

Bibliographie du chapitre 4

Akrich, M., Callon, M., & Latour, B. (2006). *Sociologie de la traduction : textes fondateurs*. Presses des Mines.

Article L111-2, Code de l'éducation § (2013).

Asloum, N., & Bouillier, M. (2007). Pratiques collectives d'enseignants engagés dans une formation interdisciplinaire. In *Actes du congrès international de l'AREF (Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation)*. Strasbourg. Consulté à l'adresse http://www.congresintaref.org/actes_site.php

Bächtold, M. (2012). Les fondements constructivistes de l'enseignement des sciences basé sur l'investigation. *Tréma*, (38), 6-39.

Barjavel, R. (1972). *Ravage*. Gallimard.

Boilevin, J.-M. (2013a). La place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences. *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation. Des formations et des pratiques de classe*, 27–53.

Boilevin, J.-M. (2013b). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants*. De Boeck Supérieur.

Brunet, A., & Herman, P. (2015). *Dystopia* (Le bec en l'air).

Buisson, F. (1911). *Nouveau dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire*. Hachette.

Callon, M. (1986). Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique*, (36), 169–208.

Cariou, J.-Y. (2015). Quels critères pour quelles démarches d'investigation? Articuler esprit créatif et esprit de contrôle. *Recherches en éducation*, (21), 12–33.

Chateauraynaud, F. (2007). La contrainte argumentative. Les formes de l'argumentation entre cadres délibératifs et puissances d'expression politiques. *Revue européenne des sciences sociales. European Journal of Social Sciences*, (XLV-136), 129-148.

Chateauraynaud, F. (2015). L'emprise comme expérience. Enquêtes pragmatiques et théories du pouvoir. *SociologieS*. Consulté à l'adresse http://journals.openedition.org/sociologies/4931

Comte, A. (1830). *Cours de philosophie positive* (Vol. 1). Library of Alexandria.

Davallon, J. (1992). Le musée est-il vraiment un média? *Culture & Musées*, *2*(2), 99–123.

De Bernardo, A., & Molinatti, G. (2014). Un corpus médiatique pour aborder la controverse OGM en classe: propriétés et modalités de constitution. In *Actes des 8èmes rencontres scientifiques de l'Ardist* (Vol. 18, p. 41-49). Marseille: Skholê - Cahiers de la Recherche et du Développement.

De Jouvenel, H. (1993). Sur la démarche prospective. *Futuribles*, (179).

Dewey, J. (1953). *Logic: The theory of inquiry (1938)*. The later works.

DGER. (2000). *La mise en oeuvre de la pluridisciplinarité dans l'enseignement agricole* (Rapport de l'inspection). Ministère de l'agriculture et de la pêche.

Fastrez, P., & Philippette, T. (2017). Un modèle pour repenser l'éducation critique aux médias à l'ère du numérique. *tic&société*, (Vol. 11, N° 1), 85-110.

Favre, D. (2013). *L'addiction aux certitudes : Ce qu'elle nous coûte et comment s'en sortir*. Yves Michel.
Fortin, C. (2007). Aspects curriculaires des manuels scolaires sur la question vive des OGM. *Aster*, (45), 189-210.
Fourez, G. (1997). Qu'entendre par îlot de rationalité ? Et par îlot interdisciplinaire de rationalité ? *Aster*, (25), 217-225.
Fourez, G., Englebert-Lecomte, V., & Mathy, P. (1997). *Nos savoirs sur nos savoirs : un lexique d'épistémologie pour l'enseignement*. De Boeck Université.
Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, *25*(7), 739–755.
Galiana, D. (2000). La pluridisciplinarité dans les programmes et dans les actes : une tentative dans l'enseignement agricole. *Aster*, (30), 193-204.
Godet, M., & Monti, R. (1997). *Manuel de prospective stratégique* (Vol. 2). Dunod.
Gonod, P. F., & Gurtler, J.-L. (2002). Evolution de la prospective. *OCL*, *9*(5), 317-328.
Kelly, T. E. (1986). Discussing controversial issues: Four perspectives on the teacher's role. *Theory & Research in Social Education*, *14*(2), 113–138.
Lafforgue, P. (2002). *Petit Poucet deviendra grand : Soigner avec le conte* (Nouv. éd). Payot.
Lagrange, C. (2016, octobre 23). Une ferme sans sol, sans soleil : l'agriculture du futur ? *LePoint.fr*. Consulté à l'adresse http://www.lepoint.fr/innovation/une-ferme-sans-sol-sans-soleil-l-agriculture-du-futur-23-10-2016-2077946_1928.php
Larrère, C. (2012). Les éthiques environnementales, Abstract. *Natures Sciences Sociétés*, *18*(4), 405-413.
Larrère, C., & Larrère, R. (1997). *Du bon usage de la nature : pour une philosophie de l'environnement*. Flammarion.
Latour, B. (2005). *Reassembling the social - An introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press.
Latour, B., Woolgar, S., & Biezunski, M. (2006). *La vie de laboratoire*. La Découverte.
Leclerc, M. (1989). La notion de discipline scientifique. *Politique*, (15), 23.
Lenoir, Y., & Sauvé, L. (1998a). Note de synthèse. De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement : un état de la question [1 - Nécessité de l'interdisciplinarité et rappel historique]. *Revue française de pédagogie*, *124*(1), 121-153.
Lenoir, Y., & Sauvé, L. (1998b). Note de synthèse. De l'interdisciplinarité scolaire à l'interdisciplinarité dans la formation à l'enseignement : un état de la question [2 - Interdisciplinarité scolaire et formation interdisciplinaire à l'enseignement]. *Revue française de pédagogie*, *125*(1), 109-146.
Li, B., Jiro, C., Duam, E., Morel, J., & Aït Kaci, S. (2016, mars 17). Pour une éducation critique aux médias. Consulté 15 mai 2018, à l'adresse http://www.acrimed.org/Pour-une-education-critique-aux-medias
Loicq, M. (2017). De quoi l'éducation aux médias numériques est-elle la critique ? *tic&société*, (Vol. 11, N° 1), 137-165.
Masini, E. (2006). Rethinking futures studies. *Futures*, *38*(10), 1158-1168.
Mermet, L. (2004). Prospective: un objet d'étude pour les SIC. *Hermès, La Revue*, (38), 207-214.
Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Le Seuil.
Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Le Seuil.

Morin, O. (2013). *Éducation à la citoyenneté et construction collaborative de Raisonnements SocioScientifiques dans la perspective de Durabilité : pédagogie numérique pour une approche interculturelle de QSV Environnementales* (Thèse de doctorat). Université Toulouse 2 Le Mirail.

Morin, O., & Simonneaux, L. (2010). Caractérisation de raisonnements socioscientifiques dans une perspective d'éducation au développement durable : apports et limites du traitement d'une controverse environnementale par le débat (p. 288–310). Présenté à Éducation au développement durable et à la biodiversité, Digne-les-Bains. Consulté à l'adresse https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00958238/

Morin, O., Simonneaux, L., Simonneaux, J., Tytler, R., & Barraza, L. (2014). Developing and Using an S3R Model to Analyze Reasoning in Web-Based Cross-National Exchanges on Sustainability. *Science Education*, *98*(3), 517-542.

Nedelec, L., Simonneaux, L., & Molinatti, G. (2017). Éduquer Dans un Monde Incertain : Quel Cadre Pour Comprendre Comment les Enseignants Appréhendent les Incertitudes des Questions Socialement Vives ? *Sisyphus Journal of Education*, *5*(2), 10-24.

Pestre, D. (2006). *Introduction aux Science Studies*. La Découverte.

Poux, X. (2003). Les méthodes des scénarios. *Prospectives pour l'environnement: Quelles recherches? Quelles ressources? Quelles méthodes*, 33–50.

Rudwick, M. J. (1985). *The Great Devonian Controversy: The Shaping of Scientific Knowledge among Gentlemanly Specialists*. University of Chicago Press.

Rumpala, Y. (2016). Tester le futur par la science-fiction. Extension du domaine des possibles, mondes préfabriqués et lignes de fuite. *Futuribles*, (413), 53-72.

Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, *37*(4), 371-391.

Savoie, P. (2012). Éducation et démocratie. Retour sur le Nouveau Dictionnaire de pédagogie de Ferdinand Buisson (1991). *Éducation et didactique*, *6*(n°1, vol.6), 117-126.

Séré, M.-G., Journeaux, R., & Winther, J. (1998). Enquête sur la pratique des enseignants de lycée dans le domaine des incertitudes. *Bulletin d'Union des Physiciens*, *801*, 247–254.

Simonneaux, J. (2011). Les controverses sur le développement durable à l'épreuve d'une perspective éducative. *Éducation, environnement et développement durable*, 251–292.

Simonneaux, Jean. (2004). Économie et pluridisciplinarité dans l'enseignement agricole : réflexion autour d'un diplôme professionnel expérimental. In *Enseigner l'économie* (p. 277–288). L'Harmattan.

Simonneaux, Jean. (2011). *Les configurations didactiques des questions socialement vives économiques et sociales* (Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches). Université de Provence, Aix-Marseille.

Simonneaux, Jean, Simonneaux, L., Hervé, N., Nedelec, L., Molinatti, G., Cancian, N., & Lipp, A. (2017). Menons l'enquête sur des questions d'Éducation au Développement Durable dans la perspective des Questions Socialement Vives. *Revue des Hautes Écoles Pédagogiques et institutions assimilées de Suisse romande et du Tessin*, (22), 143-160.

Simonneaux, L., & Cancian, N. (2013). Enseigner pour produire autrement : l'exemple de la réduction des pesticides. *Penser l'éducation*, *Hors-série*, 503-519.

Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education*, *4*(3), 657-687.

Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2014). The emergence of recent science education research and its affiliations in France. *Perspectives in Science*, *2*(1-4), 55-64.

Venturini, T. (2008). La cartographie des controverses. In *Communication au Colloque CARTO* (Vol. 2). Paris.

Venturini, T. (2010). Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory. *Public Understanding of Science*, *19*(3), 258-273.

Venturini, T. (2012). Building on faults: How to represent controversies with digital methods. *Public Understanding of Science*, *21*(7), 796-812.

/ CONCLUSION générale

Une tentative synthétique

Il est temps de considérer l'itinéraire de ma réflexion. En termes d'approche théorique, il n'a pas été sans risque de me focaliser sur la notion d'incertitude et sur sa tangibilité éducative. L'incertitude, qui n'est certainement ni un concept, ni un objet, mais plus incertainement une notion, est intrinsèquement difficile à capturer, à circonscrire d'un point de vue scientifique. Comment saisir ce qui, par définition, n'est pas déterminé ? Il a fallu procéder par une hybridation des cadres. D'une part, esquisser les contours du régime de savoir des technosciences. D'autre part, comprendre ce que cela implique pour l'éducation aux sciences, ses mouvances, ses objectifs, et sa capacité à faire basculer un tel régime, socialement et écologiquement destructeur. J'ai présenté quelques approches se rattachant à cette orientation de l'éducation aux sciences, se résumant en acronymes (STS, STSE, SSI). J'ai aussi longuement présenté l'approche par les questions socialement vives, qui se place dans la continuité mais apporte des nuances importantes, parce qu'elle a la pertinence de s'intéresser à la vivacité des controverses contemporaines, à leur degré de bouillonnement, aux différents ingrédients épistémiques qui les assaisonnent, bien au-delà de la recette classique constituée des seuls savoirs académiques de référence. L'enjeu est de taille : de quoi sera fait le monde de demain, et par qui ? Une histoire cruciale pour les enseignants de science, qui n'est pas sans poser un certain nombre de péripéties didactiques et pédagogiques. Et dans cette histoire, un des protagonistes n'a pas encore été beaucoup investigué. Il se nomme incertitude. Grâce à une approche entremêlant philosophie et sociologie des sciences, j'ai pu en proposer une interprétation possible. L'incertitude épistémologique avait toujours été là, en toile de fond, comme un petit personnage glissé dans tous les tableaux philosophiques ayant trait à ce qui questionne la connaissance humaine. Mais ma compréhension du régime des technosciences et de ses controverses m'a amené à proposer une version différente de l'incarnation de l'incertitude. Elle m'apparaît comme un personnage multi-facettes, changeant de costume, se glissant derrière les décors pour ressurgir à un autre endroit de la grande scène du social, se drapant de différents atours constellés de points d'interrogation : l'incertitude épistémique, l'incertitude des effets des technosciences, l'incertitude des décisions à prendre, l'incertitude des acteurs et de leurs légitimités, et, vêtement transparent, l'incertitude de l'incertitude. Ces formes d'incertitudes interviennent selon des modalités, des visibilités et des temporalités différentes dans les controverses socio-scientifiques, en fonction des variations des scénarios. Comment les acteurs de l'éducation que sont les enseignants appréhendent ces facettes de l'incertitude sur les planches de l'École ? Ainsi était posée la question qui a guidé mon cheminement (la problématique de recherche). Pour mener mon enquête, je me suis intéressé à un scénario précis : la transition agroécologique. Et dans deux théâtres d'intervention différents, celui de l'éducation nationale et celui de l'enseignement agricole. La méthode que j'ai choisi d'adopter procède elle aussi d'une hybridation que j'ai nommé bricolage socio-anthropologique, pour susciter le dérangement épistémologique nécessaire au compte-rendu de ma posture. Ce bricolage est unique, et c'est sa définition : assemblage d'outils, d'adaptations au contexte, de mobilisation de différents genres de

savoirs, d'exploration progressivement étayée par des ressources extérieures et, surtout, du sens et de l'envie injectées dans l'activité… Si ma méthode est donc spécifique à mon étude de cas, je crois que j'ai pu construire une manière de faire qui me ressemble, et qui met en adéquation mes conceptions épistémologiques avec ma pratique de terrain (vaste défi, en théorie). N'est-ce pas là le but du bricolage ? Que la cheville coulisse… Je suis heureux d'avoir tenté l'aventure de cette manière et d'avoir essayé d'éviter l'écueil rationaliste de l'apparence de la scientificité, écueil émergeant trop souvent dans l'écume des sciences humaines qualitatives.

Alors, quels îlots de rationalité ai-je rencontrés sur la mer de l'incertitude ? Mon premier cap fut celui d'une enquête socio-épistémologique à propos de la transition agroécologique. Dans l'archipel polysémique de l'agroécologie, les points cardinaux aimantent le paysan vers des directions opposées : l'un propose d'adjoindre le recours aux biotechnologies à la mobilisation des ressources écosystémiques tandis l'autre rejette le danger que représente tout intrant non-organique, l'un globalise pour mieux échanger tandis que l'autre localise pour mieux s'adapter, l'un cherche à intensifier la parcelle tandis que l'autre cherche à transformer les systèmes alimentaires, etc (et entre ces points cardinaux existent de multiples caps intermédiaires). En tout cas, la transition est en cours, s'institutionnalise dans sa version productiviste, se scientificise dans sa version systémique, s'appuie sur des mouvements sociaux et historiques, et reste l'objet d'une grande vivacité traversée d'incertitudes. Ce sont plutôt des transitions qui s'affrontent, pesant sur la grande transition du paysage socio-technique. L'École se positionne dans ce paysage. Mon étude comparative de plusieurs référentiels de mêmes niveaux mais de filières éducatives différentes a dégagé trois pôles de visibilité des incertitudes de la transition écologique dans les curricula :

1. un pôle d'invisibilité des incertitudes (dominé par les référentiels de l'éducation nationale) dont le souci principal semble plutôt de renforcer et de spécialiser les savoirs disciplinaires par une forte inertie épistémologique ;
2. un pôle d'esquisse des incertitudes (dominé par les référentiels de l'enseignement agricole) incarné par la pluridisciplinarité et articulée avec des pratiques de terrain menées en contextes incertains, plus pragmatiques, plus proches de l'expérience vécue, animés par une volonté de professionalisation ;
3. un pôle d'éclairage des incertitudes (constitué d'un référentiel spécifique issu de l'enseignement agricole) incitant à explorer les incertitudes, à les utiliser pour mener des missions socio-éducatives, à s'en nourrir pour la formation à l'esprit critique et le recours à la philosophie.

Derrière la notion d'incertaineté (la forme précédente de l'incertitude dans l'histoire du langage), il y a un ensemble de significations. Mais le véhicule langagier de l'"incertitude" est-il seulement signifiant pour les enseignantes que j'ai rencontrées pendant mon enquête ? Non, le terme s'est révélé dans la plupart des cas intangible, ce qui n'empêche pas ces enseignantes de discuter effectivement d'incertitude, même si elles ne goûtent guère le mot. Pendant ces longues heures de discussions avec les unes et les autres, nous avons exploré beaucoup de questions vives, de la disparition des abeilles aux organismes génétiquement modifiés. Parfois juste pour les toucher du doigt, parfois pour les creuser en profondeur. Alors, pour pouvoir en

dire quelque chose, j'ai bricolé. Mettant en relation les thèmes transversaux de ces discussions, j'ai porté mon regard sur ce qui m'apparaissait comme des formes d'incertitudes dans les propos de mes interlocutrices enseignantes, au-delà des frontières théoriques que je m'étais données auparavant (exercice difficile, mais sans lequel une aventure scientifique exploratoire n'aurait plus d'intérêt). Avec l'observation de ces convergences, j'ai pu proposer une vision renouvelée de ce que me semblent être les incertitudes des technosciences, appréhendées sur des niveaux différents (niveau personnel, niveau professionnel, niveau socio-politique), comme une échelle qui grimpe vers un régime de savoir plus conscient de son potentiel démocratique. Ceci était une première étape pour répondre à une première question (la question de recherche n°1). Le meilleur résumé se trouve sous l'apparence d'une figure (la 12) dans mon chapitre 4, sous le nom des « territoires de l'incertitude ». Mais il fallait aller plus loin, projeter ces incertitudes, les matérialiser, interroger leur expérience, installer une dialectique avec l'activité enseignante. Soit nous avons imaginé un cours ou une préparation sur une question vive, soit nous sommes revenus sur un cours ou une préparation déjà faites. En complément, j'ai aussi observé ces mêmes sujets-enseignants en formation. Comment, mi-étudiants, mi-profs, se meuvent-ils dans le marais de l'indétermination ? La recherche d'informations sur les questions vives choisies, et le vaste chantier qu'est la construction de leur opinion, a été une phase particulièrement révélatrice. La complexité de ces questions est difficile à saisir : infos qui se contredisent, infos pléthoriques, infos reprises jusqu'à saturation, infos engagées, infos objectives, fausses infos… Il y a de quoi perdre son latin pour qui cherche la bonne réponse, la solution, celle qui permettra de refermer le dossier de la controverse et de le déposer pour toujours aux archives, l'esprit tranquille. Plusieurs enseignantes recherchent spontanément cette bonne réponse, dans un réflexe qui dit beaucoup de notre culture, et classent les informations dans des colonnes vrai/faux. Dans ce processus, certaines gribouillent des schémas et des cartographies sur le coin de leur feuille, vont à la rencontre de ceux qui savent ou se questionnent, doutent (parfois pour mieux mettre ensuite l'info dans la colonne du vrai), évoluent. Mais très peu acceptent de ne pas savoir, évidemment, car comme le dit Alain, lui-même rationaliste, « il y a de la violence dans l'irrésolution » (*Propos sur le bonheur*, 1928). Toutefois, dans le marais de l'indétermination, les enseignantes avancent collectivement. Elles ajustent leur méthode dans la vie du groupe, accordent leurs instruments, discutent du problème ensemble pour déterminer un cap commun. Elles font là l'expérience collective d'une enquête sur une question socialement vive. Une expérience potentiellement inconfortable, parce que, contrairement à ce qu'elles ont pu connaître dans l'aventure universitaire dont la jungle est une discipline scientifique précisément jalonnée, la réponse ne les attend pas quelque part dans un livre, dans une revue ou dans une expérience future menée dans un laboratoire. La réponse est dans l'enquête elle-même, changeante, à périmètre mouvant, appuyée sur les deux jambes de la politikè et de l'épistémè. Et peut-être même cette réponse se situe-t-elle dans l'enquête des élèves. D'où une hypothèse troublante pour la stabilité du contrat didactique : il y aurait dans l'enseignement des questions socialement vives une forme de co-éducation, de co-apprentissage entre les enseignants et les élèves, les points de vue n'étant pas uniquement érigés sur le socle de l'étendue des savoirs scientifiques. Outre les contraintes déjà identifiées dans le champ des questions socialement vives (gérer la vivacité, la posture enseignante, le manque de temps et le respect des programmes), la poursuite de cette piste m'a emmené dans la forêt des risques d'enseigner. Ce qui

se joue dans l'enseignement d'une question vive relève du sentiment de légitimité professionnelle, qu'elle soit auto-octroyée ou projetée par des personnes extérieures (les parents d'élèves, au hasard). Or, les incertitudes fissurent ce qui suffisait à constituer jusque là cette légitimité : la maîtrise épistémique et le contrôle social de la classe. Ce constat énoncé, il faut prendre conscience que les questions socialement vives peuvent placer les enseignants en situation d'insécurité épistémique, provoquant des peurs (je pèse mes mots) de ne pas pouvoir répondre et des conflits internes ou externes de légitimité. On comprend pourquoi certains préfèrent mettre ce genre de questions sous le tapis, les éviter, ou ne les utiliser que pour mieux servir un renforcement du socle des certitudes. Cela me permet de répondre à une interrogation formulée au début de mon travail (la question de recherche n°2). Mais est-il seulement possible de dépasser ce sentiment d'insécurité et d'aller vers une éducation aux incertitudes ? Certains enseignants le font, au prix de la perte de la volonté d'exhaustivité épistémique et d'une reconfiguration de leur posture (où ils ont, finalement, davantage à gagner). La gestion de l'incertitude peut être dévolue à l'élève, alors qu'il y a quand même de bonnes raisons de penser que, si l'enseignant ne peut proposer une gestion pédagogiquement intéressante de cette incertitude, l'élève ne sera pas non plus à même de le faire tout seul. Elle peut aussi être prise en charge par l'enseignant, assumée et dépassée sur la base d'une justesse éthique. Reste une question portant sur d'éventuels facteurs qui expliqueraient des différences dans toutes les relations à l'incertitude que j'ai pu décrire (la question de recherche n°3). C'est là où ma réponse sera la plus incomplète. J'ai vu deux explications émerger du magma des facteurs sociaux, mais la vision est brève, partiellement étayée, parce que les surprises de mon exploration portent bien leur nom : elles m'ont étonné, faisant apparaître dans mon champ de vision des éléments que je ne pensais pas rencontrer. Je n'avais donc pas les bonnes lunettes pour les distinguer nettement. Ce n'est pas grave. Ces facteurs ont des contours flous, mais, au moins, ils en ont.

1. Le facteur de l'expérience semble jouer dans une appréhension positive des incertitudes socio-épistémiques, et surtout dans le fait de lâcher le désir de maîtrise épistémique totale. L'expérience professionnelle en général, mais l'expérience d'enseignement également. J'ai été saisi par la capacité des trois enseignantes en poste (depuis plus de dix ans) rencontrées à dire, peu ou prou, que l'incertitude est « d'utilité publique » (c'est en tout cas Madeleine [PhCh-EA6] qui le dit ainsi).

2. Le facteur du système éducatif, en d'autre termes du contexte professionnel et institutionnel, a aussi son importance. Le système de l'enseignement agricole est plus favorable pour aborder les incertitudes des questions contemporaines. J'avais déjà les indices sous les yeux quand j'ai parcouru les référentiels. Indices qui se sont confirmés ensuite dans l'enquête par une propension, dans l'enseignement agricole, à travailler en collectif et aborder les problématiques par une stratégie pluridisciplinaire.

Ce qui reste

Mon enquête ayant pu préciser les rapports qu'entretiennent les enseignants avec les formes d'indéterminations, je propose en matière de discussion d'opter pour une éducation aux incertitudes ayant recours à différents leviers. Ces préconisations

s'appliquent, par ricochets, aux apports possibles dans la formation initiale et continue des enseignants de sciences.

1. Le recours à une « écologie de l'action » (Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, 1999) qui se propose d'aller frontalement au devant des incertitudes plutôt que de vouloir les réduire, les essorer, les miniaturiser. Pour moi, l'un des bras armés de cette écologie de l'action est la démarche d'enquête socio-scientifique. Dans cette optique, je propose des compléments aux savoirs disponibles sur certains aspects de la démarche :

    a) une prise en compte des différentes formes d'incertitude socio-épistémiques dans notre compréhension des raisonnements socio-scientifiques ;

    b) l'intégration de notre compréhension des incertitudes socio-épistémiques dans les configurations didactiques d'enseignement des questions vives.

2. Le recours au dispositif des scénarios du futur dans la démarche d'enquête, selon une démarche prospective qui invite à interroger le pouvoir d'action présent pour influer sur les futurs possibles ou imaginés.

3. Le recours à une éducation aux médias critique permettant d'autonomiser les enseignants et les élèves dans leur stratégie informationnelle. La mise en place de cette orientation éducative nécessite que la formation des enseignants à l'éducation aux médias soit fortement renforcée.

4. Le recours au principe d'impartialité plutôt qu'à celui de neutralité dans la définition de la déontologie enseignante.

L'esquisse d'une éducation à l'incertitude : perspectives pointillées

Un des axes de recherche futur pour une éducation aux incertitudes serait de pouvoir travailler à partir d'un autre sommet du triangle didactique : les élèves. Sur le moyen-terme, il pourrait par exemple être intéressant de continuer à suivre certains stagiaires avec qui j'ai discuté et de s'intéresser à leur activité d'enseignement des questions socialement vives. Un projet d'enseignement couplé à de la recherche autour des scénarios des futurs de l'agriculture et de la mobilisation de la science-fiction pourrait par exemple être aisément mis en place en enseignement agricole dans le cadre de la pluridisciplinarité, ou dans un enseignement d'éducation socio-culturelle par exemple. Dans l'éducation nationale, un tel projet pourrait aussi voir le jour en SVT, mais le travail d'organisation pédagogique et de mise en adéquation avec le référentiel serait plus conséquent, ou dans le cadre d'un enseignement pratique interdisciplinaire. Un tel projet permettrait d'apporter de nouvelles réponses aux questions déjà posées : outre le sentiment anxiogène que j'ai déjà constaté par l'intermédiaire de ce qui m'a été rapporté par les enseignantes, comment les élèves de lycées appréhendent les incertitudes socio-épistémiques des technosciences controversées ? Comment s'établit le phénomène de co-éducation entre l'enseignante et les élèves dans la mise en œuvre de l'enquête socio-scientifique ? Quelles seraient les implications didactiques d'une scénarisation du futur ? Cela permettrait également de formuler de nouvelles questions. Comment les caractéristiques de la situation d'apprentissage influencent-t-elle le rapport à ces incertitudes ? Quel est le contexte approprié pour parler explicitement de ces incertitudes sans risquer que la

sensation d'insécurité épistémique ne devienne un problème pour l'équilibre psychologique et social des élèves ? Comment une telle éducation aux incertitudes influencerait sur le pouvoir-agir de ces élèves, futurs citoyens ? Et comment pourrait-on développer une telle éducation aux incertitudes dans des contextes éducatifs non-formels ?

Dans une perspective socio-anthropologique, la dialectique risque-incertitude fait partie des angles morts à développer. Une des théories intéressante avec laquelle il faudra discuter est celle de l'anthropologie des risques de Douglas (dont un des ouvrages majeurs est *Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers*, écrit avec Wildavsky et publié en 1983). Identifiant des rationalités de groupe (d'individualisées à collectivisées) et des rationalités normatives (de prescrivantes à prescrites), la théorie culturelle des risques attribue des caractères culturels aux différentes manières de réagir aux risques technologiques et environnementaux. Sur cette base, Douglas détermine des formes organisationnelles culturelles qui ne perçoivent pas pareillement les risques : la hiérarchie bureaucrate, l'égalité sectaire, l'individualisme entrepreneurial et le fatalisme isolé. Interrogées à l'aulne de leurs conceptions des savoirs, comment ces formes organisationnelles appréhenderaient l'incertitude, et selon quelle dialectique avec leur confrontation aux risques ? Le dialogue avec le champ de l'anthropologie est pertinent pour développer une éducation aux incertitudes qui continue à tenter de dépasser le grand partage. Certaines méthodes anthropologiques ont ainsi les moyens épistémologiques de comprendre les enjeux de la production et de la transmission des savoirs en se centrant sur les conditions socio-culturelles des phénomènes étudiés.

Le grand méchant loup de l'incertitude

Je conçois que la proposition émise par l'éducation aux incertitudes puisse être perçue comme terrible : éduquer au fait que nous savons que nous ne savons pas. Après les bains d'Archimède, après l'abnégation de Galilée qui, aveugle, dicta ses derniers *Discours*, après les Académies, les lumineuses intentions de l'Encyclopédie, les classifications de Comte, après les révolutions industrielles fumantes, après le bit de Shannon, la miniaturisation des bombes, le grand pas sur le satellite terrestre, les internets et la multitudes d'octets assistant l'entassement des connaissances, le prêcheur d'incertitudes peut évoquer un Diogène de Sinope, philosophant dans sa jarre, mendiant auprès des statues pour s'habituer au refus. Il n'en est rien. Il s'agit plutôt, à la manière d'un Grothendieck, de ne pas avoir honte et de clamer l'extrême urgence d'assumer notre responsabilité collective face au désastre annoncé. Le constat que j'ai formulé ici, me réappropriant ceux de nombreux scientifiques critiques, ne conteste pas l'aventure humaine. Ce que je conteste, c'est la prétention des technosciences à atteindre l'objectif le plus désirable pour nos sociétés : le socialement juste et l'écologiquement soutenable. Dès lors, penser une éducation aux incertitudes, c'est penser une autre éducation aux sciences, moins dogmatique, moins rationaliste, moins oppressante en somme (et émancipatrice, si l'on se place en positif). Une éducation qui se donne les moyens de faire aboutir l'objectif politique (ceci n'est pas un gros mot) de formation des citoyens, au sens plein et critique du terme. Si l'abandon des promesses du progrès aveugle des technosciences peut nous sembler inconfortable, « le renoncement au meilleur des mondes n'est nullement le renoncement à un monde meilleur » (Morin, *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*, 1999). J'espère que les premiers traits d'esquisse de cette éduca-

tion aux incertitudes contribueront à construire un monde meilleur. J'espère que d'autres s'engouffreront dans les failles des certitudes instituées, qu'ils et elles iront cheminer sur les sombres sentiers de l'indétermination, de l'inattendu, de l'incertain. Qu'ils et elles tenteront de comprendre comment le chaos organise la vie. Le grand méchant loup épistémique qu'est l'incertitude n'en sera que renforcé dans son rôle éducatif.

Remerciements

À mes parents et à mes frères,

À mes cousins,

À mes grands-parents,

À tous les marins et paysans avant eux, et à tous les fils et les filles de ploucs.

Aux cloches de la cité d'Ys dont l'écho, les soirs venteux de février 2018, parvenait jusqu'à An Dirzo Hent.

À Olwen, Alenka, Laura, Justine, Milan, Tifenn, et autres vagabonds rennais… partenaires inconditionnels de houblon, de lettres et de danse, bricoleurs de futurs.

Aux nombreux compagnons et compagnes du quotidien, de Montpellier et de Toulouse, qui ont supporté mes élucubrations : Édith, Alban, Alice, Charly, Victoria, Anna, Chantal, Xavier, Léo, Océane, Erlé, Marie, Thomas, Pierre, Maria… Ils et elles sont une deuxième famille pour moi.

À tous et toutes les militantes des jeunes écologistes, Lucas, Rosalie, Laura, Camille, Pierre-Emmanuel, Fanny, Guillaume, Ghita… et du collectif AutonoMIE, I., B., C., A., C.… auprès de qui j'ai tant appris, apprends toujours et apprendrai encore. C'est un honneur de me battre à vos côtés. Nos espoirs sont indestructibles.

À Lounceny, Alioune, Souleymane, Dramane, Stéphane… et à tous ces jeunes qui sont jeunes, quelles que soient leurs nationalités et leurs couleurs de peau. Ils ne savent pas à quel point ils sont mes professeurs.

À tous les collègues, doctorantes, enseignantes… du Lirdef et de l'ENSFEA, rencontrées sur le long chemin de la thèse et à l'esprit si riche. Aux partenaires de joutes du séminaire QSV : Jean, Amélie, Nadia, Nicolas, Nathalie, Alfredo, Emmanuelle, Nathalie, Issoufou, Gwen, Aurélia.

À Mané et à Bardak. Il faudrait bien plus d'une note de bas de page pour expliquer ce que je leur dois.

À Laurence et à Grégoire, à l'adéquation des pensées, à la bienveillance, à la liberté, au partage. Depuis le début, j'ai été considéré comme un pair, un partenaire, un collègue. Cela a une valeur inestimable. Et le pair est devenu ami.

Aux poétesses, aux conteurs, aux bibliothécaires, aux rêveuses et rêveurs de tous poils.

À toutes celles et à tous ceux qui se reconnaissent dans le sillage des mots.

…

« Gardons le rire joyeux de tout ce qui s'écroule l'accent d'une question le scolopendre en boule l'éclat du gel brûlant la lymphe de l'azur les reflets et les ombres la douceur de l'usure Gardons l'hésitation de tout ce qui existe l'insubordination de tout ce qui hésite le tranchant de l'instant le claquement de lèvres les aubes toutes nues l'incertitude pure Gardons l'épi du cœur la tâche et la trébuche la grâce des maladresses la chape de faiblesse le sourire de l'idiot debout dans la fissure Gardons l'enfant qui tombe et qui goûte et qui tremble et qui trempe le doigt et ça pique et ça rit et la plaie est en vie. »

Thomas Vinau, 13/01/2016, <http://etc-iste.blogspot.fr/>.

Summary of the thesis

Science education in an uncertain world.

How do the teachers grasp the uncertainties of the acute question of agroecological transition?

Case study with general education and agricultural education teachers in training contexts.

We live in the age of uncertainties. The development of technosciences creates huge interrogations for which societies are unable to answer with certainty and universality. In addition to the fundamental epistemological debate about the certainty of scientific knowledge appear by now some social, political, informational uncertainties that structure the dynamic of the controversies in the social space. Within classroom, the teaching of socially acute questions (as nuclear energy, GMOs, animal welfare, etc) provides the opportunity to work on these uncertainties, because of the plurality of potential answers they include. In the field of sciences didactic, these uncertainties approach allows a better comprehension of the socially acute questions' teaching risks felt by teachers. How do the uncertainties encountered reconfigure their relation to the knowledge involved in the controversy and the representation they have about science teaching?

I investigated in two educational systems, general education (biology teachers) and agricultural education (teachers from different disciplines) around the acute question of agroecological transition. A comparative analysis of curricula distinguishes two educational cultures that don't give the same visibility to uncertainties: general education organizes it curricula more around stabilized knowledge whereas agricultural education, with multidisciplinarity, profiles a kind of inclusion of some uncertainties. Despite a strong intangibility of the "uncertainty" term, I uncovered some clues of uncertainties' characterization related to agroecological transition in the teachers' comments. These elements modify my representation of uncertainty around four main forms: epistemic uncertainty, uncertainty of technosciences' impacts, actors uncertainty and uncertainty of possible solutions. In the process of teachers' positioning on the studied question, I observed a difficult understanding of the complexity due to a sensation of informational saturation or a kind of rationalist reflex encouraging them to enclose the question with a final, certain and reassuring answer. Overall, socially acute questions expose the teachers, beginners or not, to epistemic insecurity. Intrinsically, these questions lead them to construct their point of view on the subject during the course preparation or potentially during the students' inquiry in classroom. It implies a reconfiguration of their professional posture that some of them accept, mourning epistemic completeness by conviction or experience, and that others don't accept, looking for strengthening their position concerning knowledge mastering and social control of the classroom. My observation of professional training situations – around mapping controversies or developing a pedagogical scenario – shows that some devices of socio-scientific inquiry allow an exploration of the question's complexity and create possibilities to work on uncertainties. However, efficient tools have still to be thought or adapted, as scenarios of the future, in complement with a real epistemological training of science teachers. These are the living conditions of an uncertainty education that can have the means to exceed the anxiety-provoking aspect of technosciences consequences and be able to override a technician accaparation of these issues. This uncertainty education, with the help of a kind of action ecology, would give to the citizens resources for a reappropriation of their futures and, finally, create opportunities whose socio-political relevance is the proper horizon.

Résumé de la thèse

L'éducation aux sciences dans un monde incertain.

Comment les enseignantes appréhendent les incertitudes de la question vive de la transition agroécologique ?

Étude de cas auprès d'enseignantes de l'éducation nationale et de l'enseignement agricole en contextes de formation.

Nous vivons à l'ère des incertitudes. Le développement des technosciences génère de grandes questions auxquelles les sociétés sont incapables de répondre avec certitude et universalité. Au débat épistémologique fondamental de la certitude des savoirs scientifiques s'agrègent désormais des incertitudes sociales, politiques, informationnelles qui structurent les dynamiques des controverses dans l'espace social. À l'école, l'enseignement des questions socialement vives (comme l'énergie nucléaire, les OGM, la dignité animale, etc) matérialise ces incertitudes, du fait de la pluralité des réponses possibles qu'elles impliquent. Dans le champ de la didactique des sciences, l'approche par les incertitudes permet de mieux comprendre les risques professionnels ressentis par les enseignantes. Comment les indéterminations rencontrées reconfigurent leur rapport aux savoirs en jeu dans la controverse et l'idée qu'elles se font de la manière d'enseigner les sciences ?

J'ai mené mon enquête au sein de deux systèmes éducatifs, l'éducation nationale (enseignantes de SVT) et l'enseignement agricole (enseignantes de différentes disciplines), autour de la question vive de la transition agroécologique. Une analyse des référentiels m'a permis de caractériser des cultures éducatives ne proposant pas la même visibilité des incertitudes, l'éducation nationale organisant davantage ses curricula autour de savoirs stabilisés quand l'enseignement agricole, par la pluridisciplinarité, esquisse une prise en compte de certaines indéterminations. Malgré une intangibilité forte du terme "incertitude", j'ai relevé des indices de caractérisations des incertitudes de la transition agroécologique dans les propos des enseignantes. Ces éléments actualisent ma conception de l'incertitude autour de quatre formes principales : l'incertitude épistémique, l'incertitude des impacts des technosciences, l'incertitude des acteurs et l'incertitude des solutions possibles. Dans le processus de positionnement des enseignantes sur la question étudiée, j'ai observé une difficile appréhension de la complexité, en raison d'une sensation de saturation informationnelle ou d'une sorte de réflexe rationaliste incitant à clôturer la question par une réponse définitive, certaine, et donc rassurante. De manière générale, les questions socialement vives placent les enseignantes, débutantes ou non, en situation d'insécurité épistémique. Intrinsèquement, les questions vives les amènent en effet à construire leur point de vue sur le sujet pendant la phase de préparation de cours, voire potentiellement pendant l'enquête menée par les élèves. Cela implique une reconfiguration de leur posture professionnelle que certaines acceptent, faisant le deuil de la volonté d'exhaustivité épistémique, par conviction ou par expérience, d'autres ne l'acceptant pas et cherchant à renforcer leur position quant à la maîtrise du savoir et du contrôle social de la classe. Mon observation de certaines situations de formation – autour de l'usage de la cartographie de controverse ou de la construction collective d'un scénario pédagogique – montre que certains dispositifs de la démarche d'enquête socio-scientifique permettent toutefois d'explorer la complexité de la question et d'ouvrir des opportunités de travail autour des incertitudes. À l'image des scénarios du futur, de véritables outils restent cependant à concevoir ou à adapter, en complémentarité avec une réelle formation épistémologique des enseignantes de sciences et une reconsidération du principe de neutralité. Ce sont là les conditions d'existence d'une éducation aux incertitudes qui se donne les moyens de dépasser le caractère anxiogène des conséquences des technosciences et qui puisse écarter le danger d'une accaparation technicienne de ces enjeux. Cette éducation aux incertitudes, par une certaine écologie de l'action, donnerait aux citoyennes des ressources pour se réapproprier leurs futurs et, in fine, créer des possibles dont la justesse socio-politique serait le véritable horizon.