

## L'OBSERVATION DÉS ACTIVITÉS DIDACTIQUES

J'ai renoncé à présenter le texte académique que vous auriez pu espérer : le sujet est trop vaste. Ce sont donc des réflexions personnelles que je vous propose nourries d'exemples puisés dans mon expérience limitée, et limitée à la **didactique des mathématiques**. Je ne prétends ni à l'exhaustivité, ni à l'objectivité.

Je me suis senti autorisé à faire ce choix après avoir lu de larges fragments de la thèse de J.M. de Ketele. C'est un très bon texte de base, que je citerai, dont je résumerai certaines parties et auquel je vous renvoie pour les aspects dont je n'aurai pas le temps de parler.

Le but de ce rapport Introductif est double :

- soulever les questions qui me paraissent fondamentales de façon à favoriser la discussion et à permettre aux Intervenants de centrer leurs propos ;
  - donner des indications concrètes sur les pratiques actuelles afin d'illustrer et de faciliter la réflexion.

Les questions premières sont simples :

Observer **quoi ? pourquoi ?** (ou pour quoi) **comment ?** Mais elles ne le sont qu'en apparence. Même l'ordre dans lequel on les pose prend une hypothèse sur la manière d'y répondre. On ne peut déterminer « **quoi** » si on ne sait pas « **pourquoi** » et souvent le « **comment** » guide le choix des « **quoi** ».

Je pense qu'il faudrait nous garder de séparer trop vite ces questions, nous risquerions de masquer la réalité profonde des phénomènes que nous voulons comprendre.

C'est pourquoi nous procéderons par des approches successives :

Tout d'abord s'imposent

- une première délimitation de l'objet de l'étude (qu'est-ce qu'un fait didactique ?)
- une approche du rôle de l'observation dans les recherches en didactique (pourquoi observer ces faits ?) ;
- et une étude des conditions fondamentales des rapports entre l'observateur et les faits didactiques observés (comment les rendre possibles ?).

Nous pourrions alors pénétrer plus avant et voir :

- comment les types de recherches, l'ampleur et la généralité des faits que l'on vise, commandent le choix des variables observées, donc celui des dispositifs expérimentaux ;
- et comment les techniques d'analyse doivent s'adapter, à la fois, aux recherches et aux données recueillies.

La tentation est grande de faire un simple recensement des types de données - toujours les mêmes — et une liste des techniques de recueil d'analyse de ces données. Dans une troisième partie, nous y succomberons malgré les risques encourus

Colin Power, dans un intéressant « recensement critique des études d'interaction dans les classes spécifiques » constate que, bien souvent, les observateurs se contentent alors d'utiliser les instruments existants à toute occasion, sans but et sans grand profit scientifique. En particulier, il remarque qu'on n'est pas parvenu à mettre au point une méthode correcte de remise en cause des modèles naïfs qui dominent la recherche en éducation. On ne doit donc pas être trop optimiste et il ne faut pas, par conséquent, être trop sévère ni trop exigeant a priori. La recherche dans ce domaine en est aux balbutiements.

Je crois que de nombreuses approches sont compatibles et qu'il faut se méfier des réductionnismes

## I. — LES CONDITIONS DE L'OBSERVATION DES FAITS DIDACTIQUES

### 1 -- Les phénomènes didactiques

Nous pourrions définir la didactique comme un projet le plus souvent social de faire approprier à un sujet un savoir constitué ou en voie de constitution. Ce projet se **manifestera** par un contrôle et une modification intentionnelle des relations de l'élève avec son milieu. Seuls les phénomènes relatifs à un tel projet et qui réuniront les deux propriétés suivantes, seront dans le champ de la didactique :

- d'une part, le phénomène ne saurait être compris sans qu'on fasse intervenir la spécificité du savoir ;
- d'autre part, il ne saurait être traité sans sortir du domaine de ce savoir.

Il serait important de voir sur un exemple concret d'enseignement, comment se mêlent, se complètent et s'opposent les faits d'ordres divers : pédagogiques, psychologiques, épistémologiques, didactiques et sociologiques. Nous pourrions peut-être le faire en cours de discussion ; en attendant, voici un exemple assez sommaire : décider qu'on apportera de l'information à une élève lorsque son incertitude (subjective instantanée) deviendra trop forte (en supposant qu'on sache en voir les indices) et qu'inversement on étendra le champ des choix qui lui sont offerts lorsqu'elle deviendra trop faible n'est pas une décision didactique : elle peut être le fruit d'une théorie de l'apprentissage, ou une pratique éducative... Mais l'actualisation de cette décision dans un enseignement de mathématique conduira obligatoirement à interpréter à chaque instant les indices d'incertitude en **se** référant aux issues effectives de la situation — les solutions (par exemple en leur attribuant une probabilité) l'intervention étant elle-même une sélection du contenu de l'information apportée. Alors cette actualisation est dans le champ de la didactique :

Elle ne saurait être réalisée ni comprise sans référence aux connaissances mathématiques du maître et de l'élève au moment de l'action et ne pourrait non plus l'être entièrement sans qu'il soit fait appel au moins implicitement à une théorie de la connaissance, de l'apprentissage, à une métamathématique et une épistémologie sous-jacente.

Il faudra aussi distinguer, bien qu'on emploie le même mot, les faits « didactiques » et la « didactique » science si elle existe dont ils sont l'objet, comme on peut distinguer les objets physiques et la physique.

Les phénomènes didactiques seront donc constitués d'interactions entre trois types de systèmes **régulateurs** : le ou les élèves, le système éducatif et le milieu (ou la situation), interactions relatives à un système de connaissances déterminé (le mot « système » n'est **pas** employé dans le même sens dans ces deux occurrences.

On met trop souvent l'accent sur les interactions maître élève et on les réduit à de simples communications. Il faut souligner fortement :

D'une part, que les interactions de bases sont celles de l'élève avec le milieu, pris aussi bien au sens général (milieu social, scolaire, etc.) qu'au sens particulier de situation (matériel qu'il manipule, questions posées, rapports définissant le statut de la vérité qu'il construit... etc.) ; le maître est conduit à contrôler toutes les sources scolaires d'informations et il se substitue à la plupart d'entre elles parce qu'il ne peut pas les faire interagir avec ses élèves de façon satisfaisante.

D'autre part, que les connaissances n'existent et n'ont de sens chez un sujet que parce qu'elles représentent une solution optimale dans un système de contraintes. Les relations du sujet avec son milieu, et particulièrement les tensions créées par les divers feed-back déterminent pour chaque acte des coûts à l'emploi, à l'essai, à l'apprentissage, des coûts à l'erreur, qui provoquent à leur tour l'apparition, l'évolution, la déformation, la disparition ou la reprise des concepts à travers équilibres, conflits et ruptures. L'activité didactique consiste à organiser ces contraintes et à maintenir les conditions des interactions optimales.

De plus, l'élève, comme le système éducatif ont en commun deux caractéristiques : ils appréhendent le milieu à l'aide de systèmes de représentations qui font que leurs échanges sont traités comme des messages, de plus, ils sont capables d'anticiper et de finaliser leurs interactions qui prennent de ce fait, un caractère dialogique particulier.

Une suite d'interactions ne prend un sens en didactique que dans la mesure où elles se rapportent à un même projet (un chez le maître, un chez l'élève) à propos d'un concept dont elles constituent une genèse et dont elles fondent la signification. Seuls seront pertinents du point de vue didactique, ceux des traits relatifs aux systèmes en présence qui déterminent et expliquent cette suite d'interactions (nous reviendrons plus loin sur cet état de choses qui a pour conséquence de faire dépendre la définition des éléments synchroniques Intéressants d'une analyse diachronique préalable). Pour bien marquer tout ce que ces suites d'interactions ont de **particulier**, j'**utilise à leur sujet le terme de « dialectique » : les processus didactiques ont un caractère dialectique.**

Les recherches en didactique ont pour 'but de décrire, classer, comprendre, expliquer, concevoir, améliorer, prévoir et permettre de reproduire de tels processus. Mais s'il y a une idée qui s'impose d'abord à chacun à ce propos, c'est le nombre très élevé de variables qui entrent en jeu dans ce type de phénomènes et la complexité décourageante de leur mode d'action (justement à cause de son caractère dialectique).

Aussi, une des premières tâches consiste à isoler des sous-systèmes d'interactions : quelques traits ,de l'élève, du maître, de la connaissance et du milieu, s'ils sont bien choisis peuvent entrer ensemble et eux seuls, dans une explication d'une classe de phénomènes didactiques. Par exemple, l'apprentissage skinérien fournit un sous-système : le sujet est une mémoire, munie d'un dispositif de mise en mémoire dans des conditions données, que satisfait justement un système d'enseignement réduit à la présentation contrôlée d'informations à mémoriser, le savoir est supposé équivalent à une suite d'informations ou de comportements... etc.

Le plus souvent, pour isoler un sous-système, il est fait appel à un facteur qui permet de séparer ou d'opposer deux catégories de faits didactiques inexpliqués dans leur ensemble mais que l'on espère désormais explicables

séparément.

Exemples : algorithme ou mécanisme opposé à raisonnement, déduction vs intuition, concret vs abstrait — directivité, non directivité... etc.

Il est très difficile de choisir un sous-système, qui ne laisse pas échapper l'essentiel : le sens du processus. S'il est assez simple et indépendant des autres sous-systèmes pour se laisser décrire et comparer à l'expérience, il est souvent superficiel et formel, s'il est complexe du non indépendant des autres systèmes, il devient très difficile à caractériser, donc à observer ou à reproduire.

## 2 — L'Observation

« L'observation est un acte incluant l'attention volontaire et l'intelligence dirigée sur un " objet " pour en recueillir systématiquement des informations » propose J.M. de Ketele qui s'empresse de reconnaître que ce terme recouvre de nombreuses significations et de les étudier : comme processus en acte, objectif éducatif, méthode pédagogique, phase et composante de toute recherche (c'est le seul point que nous développerons ici), phase et composante du processus d'apprentissage systématiquement orienté, technique de prise d'information et enfin comme résultat.

Je ne rappellerai pas les querelles célèbres que ce concept d'observation et les questions connexes de méthodologie des sciences ont soulevé (Titchener et Baldwin... etc.). Je préfère proposer mon point de vue et que nous discutons sur le sujet qui nous occupe.

Ma pratique de la recherche en didactique m'a conduit à distinguer trois types principaux d'observations différents, à la fois par leurs buts et leurs méthodes sinon par leur sujet :

### *Prise d'informations codifiées*

Il s'agit de la prise systématique d'informations précisées à l'avance, dans le cadre d'une position théorique cohérente et explicite, ou mieux d'une hypothèse suffisamment et sincèrement douteuse, et ce dans des conditions réifiées et suivant une procédure standardisée.

Prise au sens le plus strict, l'observation consiste ici à constater la réaction des faits et à répondre par oui ou par non à une question posée d'avance. C'est le type d'observation vers lequel chacun tend :

Il est conçu comme le plus satisfaisant du point de vue scientifique — certains même refusent aux autres types ce statut.

Il est techniquement le plus facile à mettre en œuvre mais il est le plus difficile à rattacher convenablement à une décision didactique ou à un objet didactique théorique pertinent.

Il est souvent le plus décevant parce qu'il est toujours très fragmentaire à cause du nombre de variables.

De ce fait, il masque la presque totalité de la signification des processus observés.

Il ne permet de remettre en cause les conditions de l'observation ou la théorie engagée qu'à travers l'énorme machine de la recherche expérimentale. Compte tenu de la formidable complexité des problèmes, rien ne prouve que cette machine assure effectivement une interaction suffisamment dense pour assurer un quelconque progrès. Certes, il est souhaitable d'accumuler des « faits » proprement établis mais il ne faut pas céder par empirisme à une téléologie scientifique de mauvais aloi.

### *Contrôle didactique et scientifique d'une recherche*

Pour des raisons scientifiques et déontologiques, il faut donc que les observations de type précédent soient accompagnées d'observations ayant pour but de percevoir l'essentiel des événements observés, d'en restaurer la signification, le sens.

Ce deuxième type d'observations est tout à fait indispensable pour contrôler de façon assez immédiate « la valeur » didactique de l'activité en cours si la situation a été manipulée ou si le professeur, du fait de l'observation, n'en a pas seul la maîtrise, et a fortiori si un observateur est intervenant réel ou même seulement perçu.

Il est aussi nécessaire, à mes yeux, pour vérifier la pertinence des objets choisis en première approche, la validité scientifique de l'observation. C'est un moyen de contrôle de la recherche, de remise en cause des hypothèses, de recherche de nouveaux points de vue à soumettre à l'observation systématique. Le résultat de ce type d'observation est une « chronique ». Elle est construite immédiatement après les faits, à partir d'un maximum de notes, et d'enregistrements au sein d'un groupe expérimenté qui analyse les événements sommairement mais de points de vue divers et peut vérifier les points importants soulevés.

Comme celle du type précédent, elle engage une connaissance préalable des phénomènes et implicitement des choix, des hypothèses qu'il est nécessaire d'explicitier. Il est plus difficile qu'il ne paraît à réaliser et il est très difficile à utiliser de façon scientifique, mais il a une valeur irremplaçable comme moyen de préciser les conditions de l'expérience et de la rendre reproductible.

### *Préparation du chercheur et paradigme à sa recherche*

Ainsi le contrôle didactique et scientifique dépend du regard de l'observateur. Ce regard il faut le former et l'entretenir par un troisième type d'observations : celles qui n'ont pas pour but la production d'un résultat relatif à l'objet de l'étude, mais, si j'ose dire, le re-étalonnage du chercheur et le maintien pour lui d'un système de référence, d'un paradigme pour les traits retenus dans son travail. Tout chercheur en didactique devrait à mon avis avoir constamment « des enfants dans la tête » et pour cela regarder des classes, des apprentissages de toutes sortes, qu'ils aient, ou non; un rapport avec son sujet de recherche. De ce point de vue, l'observation devient presque une ascèse car rien n'émousse plus la vivacité des perceptions et l'ardeur à noter ce qui est saillant, que la répétition des observations (ce discours n'est contradictoire qu'en apparence).

Je ne ferai pas une distinction qui a un certain temps retenu mon attention : celle qui oppose l'observation aux fins de recherche et dont nous venons de parler, et l'observation aux fins de décision. La première aurait pour but de produire une déclaration sur la réalité, elle serait le fait de chercheurs que le résultat didactique n'intéresse qu'accessoirement et indirectement, tandis que la seconde aurait pour but de permettre l'action didactique elle-même, et serait l'apanage des professeurs ou des intervenants.

Nous allons voir pourquoi tôt ou tard, le chercheur devient intervenant ou prend l'intervention à son compte. De ce fait, il observe à des détails près de la même façon.

Pour observer un phénomène précis il faut réaliser une situation déterminée et par conséquent la réalisation didactique fait partie du dessein expérimental. Toute expérience didactique fournit donc à la fois des documents pratiques pour la classe et des documents théoriques ou scientifiques. Mais dans cette activité sont engagés bien d'autres choix et d'autres décisions que celles envisagées du point de vue théorique. Réciproquement bien des questions, bien des occurrences constructibles dans la théorie ne seront pas réellement ouvertes dans l'expérience — c'est-à-dire n'auront pas de chance de se produire ou de ne pas se produire.

Une erreur classique consiste à profiter de l'observation pour transférer indûment des validations :

Les bons résultats pédagogiques de la leçon sont imputés à tort à la théorie et inversement, la théorie séduisante rehausse l'intérêt d'une leçon, en fait terne et quelconque, la part de l'action réellement expérimentée est camouflée.

L'utilisation d'une observation exige toujours un effort pour discerner ce qui était possible dans ce qui ne s'est pas produit et ce qui est nécessaire dans ce qui s'est produit. Cet effort est une construction scientifique.

La place et les techniques de l'observation, dans une science évoluent toujours de façon spécifique avec son développement.

On ne peut pas traiter actuellement des questions d'observation en didactique de façon générale. Il faut examiner les motivations de tous ordres. Elle n'est déterminée directement ni par l'objet de l'étude, ni par les données recueillies, ni par les méthodes d'analyse. Il faudrait examiner les questions et les connaissances du moment. Il faudrait faire un véritable survol des problèmes scientifiques du champ de la didactique et voir, dans chaque cas, la place et le rôle tenu par l'observation. Nous aborderons très modestement cette question au prochain paragraphe mais il me semble utile auparavant de persévérer encore un peu dans les études préalables et de regarder les conditions de l'observation.

### 3 — Conditions limites d'une observation en didactique des mathématiques

#### ***Contrôle des contraintes agissant sur l'observateur***

Pour que les théories sur la didactique puissent échapper à des rapports purement idéologiques avec la réalité, il faut à mon avis, que le système de recherches qui les produit soit soumis à des contraintes convenables de la part de l'objet observé. C'est la responsabilité des chercheurs d'organiser ces contraintes : les contrôler ne signifie pas qu'il s'y soustrait quand ça l'arrange, mais au contraire qu'il s'y prête et s'en évade tour à tour dans des conditions déterminées.

Ces contraintes ont pour objet d'amener la théorie à se développer sans cesser d'être éprouvées :

- au regard de la signification et de l'efficacité didactique ;
- au regard de la communicabilité ;
- et à celui de la scientificité.

Certes, comme le dit Canguilhem « une théorie n'est pas vraie parce qu'elle est efficace, mais elle est efficace parce qu'elle est vraie ».

Observer c'est donc d'abord organiser les rapports d'observation qui présentent des garanties sur le plan déontologique et scientifique.

Le dispositif expérimental doit prévoir l'organisation des relations de l'observateur avec son sujet (Bonboir, 1972).

Ces relations concernent les élèves, les maîtres, les autres chercheurs et sont de divers ordres : les contraintes scientifiques, techniques et institutionnelles. Elles sont souvent le prix qu'il faut payer pour rendre possible l'observation.

Elles mettent le chercheur dans l'obligation de tenir compte des problèmes sans l'obliger à les résoudre.

Mais il ne doit à aucun prix y avoir confusion des tâches du système éducatif avec celles du chercheur.

#### ***Une théorie du processus de recherche en didactique***

Les théories mises en oeuvre pour décrire le processus d'acquisition du savoir par les élèves sont souvent utilisables pour ce même processus chez le chercheur. Je transposerai donc les conceptions que j'ai utilisées à propos des élèves [ ] et dont on parlera peut-être lors de la discussion sur le « statut de l'observation et de l'activité expérimentale chez l'élève » (Colmez, Delacotte, Richard). Elles permettent de rassembler les conditions des échanges avec le milieu autour de trois types de dialectiques : la plus générale, **la dialectique de l'action** : le système a une interaction, effective avec le milieu, et pertinente au sujet du savoir construit ; cette nécessité et cette pertinence sont le fruit de conditions appropriées et caractéristiques sur les motivations, les actions et les

informations accessibles. Ce processus aboutit à la création par le sujet d'un savoir-faire qu'il peut plus ou moins expliciter ou valider. Dans une dialectique de l'action où aucune formulation n'est nécessaire, il peut en apparaître une (ou non) mais elle ne sera réglée que par les règles (de syntaxe ou autres) déjà intériorisées.

La **dialectique de la formulation** est un cas particulier de la précédente. Des conditions supplémentaires rendent nécessaire l'échange d'informations avec un autre sujet, d'où la création d'un langage et l'apparition d'un savoir.

La **dialectique de la validation** est à son tour, un cas particulier de la précédente. Les échanges concernent, non pas des informations, mais des assertions. Elle aboutit à la création d'un système de validation, donc d'une théorie, par un renvoi aux deux autres types de dialectiques (expérimentation et explicitation).

Dans le cas de la didactique, les dialectiques de l'action se produisent au niveau du système maître-élève ou au contact de l'observateur avec ce système. Le maître construit des régularités, des automatismes, des représentations des objets didactiques. Il perçoit une foule d'indices, dont il a conscience ou non, et agit en conséquence. En observant ces échanges, en y intervenant et en les pratiquant aussi, l'observateur fait de même. Il s'agit alors pour lui, si possible, d'analyser, de décrire, de modéliser ces actions, d'identifier les entrées, les états, les issues, etc. Il combine alors l'observation introspective, allospective et manipulée.

Des communications entre les maîtres réalisent des dialectiques de la formulation et peuvent révéler les informations dont ils se servent et leurs modalités d'action. On peut donc organiser des rencontres entre eux et les observer aussi. Mais en général, le discours pédagogique a un caractère fortement idéologique. Il est un indice de la réalité scolaire, il n'en est pas une théorie ; il remplit d'autres fonctions auprès du maître, sauf si un dispositif particulier - par exemple celui que nous avons mis en œuvre dans notre centre de l'IREM de Bordeaux - oblige ces communications à remplir une fonction précise et « asservie » pour rendre nécessaire l'apparition des variables didactiques étudiées.

Il faudra se garder de confondre les opinions didactiques, objets didactiques, avec les assertions du champ didactique, c'est-à-dire la chose observée et les conclusions de l'observation.

L'observateur devra organiser sa propre dialectique de la formulation, que ce soit dans des cours ou dans des débats avec des professionnels ou avec d'autres scientifiques. Mais s'il veut s'engager dans une dialectique de la validation, il devra fatalement intervenir sur les objets de son étude — si possible dans un processus expérimental — Un débat scientifique implique que les théories soient éprouvées par des contraintes sur le système. On tirera d'autant plus d'informations — et plus pertinentes — de ces interactions qu'elles seront plus nombreuses et plus diversifiées.

Les théories ne surgissent pas d'un seul coup par une combinatoire d'observations naïves ou d'expériences cruciales mais par un lent travail réflexif et critique sur les pratiques mêmes de l'observation. Ce qui justifie pleinement les stratégies « en spirales » invoquées par les chercheurs en didactique.

Souvent, le but d'une recherche ou d'une observation est seulement de rendre possible une observation meilleure (plus fiable, plus précise... etc.).

Le processus de recherche apparaît alors comme dépendant de conditions limites diverses :

- importance et composition de l'équipe de recherche et insertion dans le système éducatif ;
- préalables expérimentaux, méthodologiques et théoriques ;
- ouverture minimum du champ sur lequel porte l'investigation... etc.

Mais les plus difficiles à réaliser sont les conditions institutionnelles.

#### *Organisation d'un système d'observation*

Sous la conduite du professeur Lichnerowicz, et avec le professeur Colmez, j'ai étudié ces conditions limites (cf. Brousseau 67 et Brousseau, Colmez, Becker 68). Les IREM me paraissent une réponse adéquate aux problèmes soulevés par l'observation, bien que peu d'entre eux aient pu réaliser l'ensemble des dispositifs préconisés. Les progrès sont lents mais réels et ils seraient impossibles dans d'autres structures.

Je renvoie les intéressés aux textes fondamentaux de l'IREM relatifs à la création de l'école Jules-Michelet pour l'observation, à ceux décrivant le fonctionnement des différents groupes du centre d'observation (informatique, didactique, technique, A.V.), des groupes de recherche sur l'enseignement élémentaire et du séminaire de didactique du groupe d'enseignement (D.E.A., stages IDEN, PEN, etc.).

L'interface de l'IREM avec les institutions n'a pas fait l'objet d'une description formelle. Il est néanmoins conçu comme un système comportant un certain nombre de jauges de contraintes. Il permet la réalisation des observations souhaitées et la circulation des demandes, l'évaluation des résultats et surtout la prise en charge et la hiérarchisation des problèmes.

Je considère que ces réalisations font partie intégrante de l'activité des chercheurs, comme ce serait le cas pour la conception d'un appareil nouveau de recherche en physique.

Il n'est pas nécessaire que la même personne contrôle un tel système. Mais si elle n'est pas impliquée dans un système de ce type, elle peut s'égarer très vite. L'observation est bien plus une entreprise collective qu'une activité personnelle. C'est pourquoi des débats comme ceux-ci sont très importants.

Méthode :

Le sujet d'une leçon étant fixé, les différentes équipes qui vont travailler à l'observation sont constituées : groupe didactique, groupe enregistrement, groupe chronique, groupe évaluation et observation.

Le *groupe « didactique »* a pour but d'adapter l'observation au travail de l'année et de la rendre compatible avec le programme officiel. Il veut susciter un phénomène de façon précise, reproductible, et l'observer. Il va donc déterminer d'une façon très précise les motivations attendues avec les consignes données par le maître, le temps de

travail pour les enfants, le matériel utilisé. Ce matériel utilisé par le maître et les enfants obéit à certains impératifs : par exemple, il doit être assez grand pour être visible à l'écran de télévision. Le déroulement de la leçon est donné dans ses moindres détails sur la fiche didactique. Cette fiche est donnée à tous les observateurs, avant la leçon, pour qu'ils en prennent connaissance.

Durant toute la leçon, le *groupe « enregistrement »* assure la retransmission son, image, repérage de séquences et l'enregistrement de tout ce qui se passe dans la salle.

Le *groupe « chronique »* rend compte de la leçon suivie depuis la salle (ou par l'intermédiaire du circuit fermé), sur une simple fiche d'observation.

Le *groupe « évaluation et observation »* est chargé d'établir les grilles d'observation et de les utiliser au cours de la leçon. Après la leçon, ce même groupe est chargé du dépouillement des résultats et du traitement immédiat des données. Ces grilles, différentes pour chaque séance d'observation, doivent permettre de repérer les différentes découvertes faites par les enfants et leur propagation au sein des groupes. Selon un code déterminé à l'avance, on y note les communications de l'émetteur, du récepteur, le contenu de la communication (verbale ou non verbale).

A la fin de la leçon, les travaux des enfants sont recueillis, les chroniques, les grilles d'observation sont rassemblées. Ces documents ajoutés aux bandes de magnéscope et magnétophone constituent le matériel de base qui permettra de nombreuses analyses.

### Conclusion

Nous avons essayé de répondre à un premier lot de questions relatives au « pourquoi », au « quoi » et au « comment », et de montrer que l'on ne peut espérer que les rapports observateurs/observés s'établissent naturellement et naïvement en dehors de la problématique scientifique. L'observation se construit « contre » le système observé.

Il reste maintenant à s'intéresser au « quoi », au « pourquoi » et au « comment ».

## II. — PROBLÈMES D'OBSERVATION EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES — TYPES D'OBSERVATIONS

1) **Les problèmes d'observation** sont toujours des problèmes d'adéquation des moyens aux objectifs. C'est pourquoi il faudrait tenter de les classer d'après les sujets de recherche. Mais nous ne pourrions pas aller très loin dans cette direction sans exposer les recherches elles-mêmes. Nous allons donc chercher d'abord des caractères distinctifs plus formels, relevant plus de l'observation des phénomènes éducatifs en général que de la didactique.

Il est normal alors de retrouver les grandes questions regroupées suivant les deux grands courants dialectiques de l'observation :

- d'un côté les problèmes bien connus d'expérimentation : formulation des hypothèses, définition des facteurs, plans d'expériences, tests problèmes de reproductibilité et de comparaisons de méthodes, etc. ;
- de l'autre, les problèmes de définition de choix des observables, de constitution, de recueil et d'analyse des produits de l'observation, de généralisabilité... etc.

Le premier point de vue est à la fois plus classique donc mieux connu, plus difficile à mettre en oeuvre en didactique et moins prometteur que le second. Je partage à ce sujet le point de vue exposé par J. Cardinet dans « comparaison de méthodes pédagogiques ou analyse du système scolaire ». Je n'en parlerai donc pas ici aujourd'hui. Mais puisque l'observation se concrétise lors du recueil de ses produits nous allons commencer par étudier les méthodes de saisie des données.

### 2) L'observation, suivant les méthodes de saisie des données

Elles sont très variées, nous les rappelons pour mémoire.

*Les types de Wrihstone (1960)*

Elles sont limitées aux méthodes directes de choix des comportements et elles comportent :

- Les techniques d'échantillonnage temporel (Time samples). Il s'agit de « contrôler dans de courtes périodes de temps l'apparition ou l'absence de formes de comportements objectivement définies » inventaires, questionnaires d'observation (check-list) et grilles d'observation (schédule) qui diffèrent par l'existence d'un codage systématique.

- Les techniques d'observation et de jugement (rating methods) : enregistrement de jugements sur des échelles d'évaluation : descriptives (rating scales) graphiques, de correspondance homme à homme, numériques... techniques de rangement, de comparaisons paires et de choix forcé.

*Ces méthodes ont un très grand succès :*

Colin POWER rapporte que 200 systèmes ont été développés, de façon jugée trop indépendante, pour analyser séparément, (hélas), les systèmes cognitifs, affectifs et (Flanders), les catégories d'échanges (transactions) intellectuels, (Eggleston 75). 73 de ces systèmes sont décrits dans *Mirror of Behavior* dont 8 spéciaux pour les classes scientifiques ; elles permettent de juger toutes sortes de variables mais principalement les qualités du maître ou de la classe. 'On a développé de même des grilles d'analyse du comportement (Fischer et Power) et du discours (Coulthar et Sinclair) « le plus souvent les utilisateurs se sont contentés de l'accord entre les observateurs et de la fidélité des observations comme marque de fiabilité », dit Power. La question de pertinence est souvent posée de façon sommaire.

*Les classifications de De Landsheere et De Ketele*

- De Landsheere place l'observation dans un produit de 5 variables
- fonction (prédictive ou descriptive)

- mode (direct ou indirect)
- méthode (monographie, étude de cas (case study))
- méthode des cas (case method) l'étude (survey) l'enquête) le lieu (sur le terrain, en laboratoire)
- le temps (longitudinales et transversales)

De Ketele (1976) les classe plus finement suivant les caractéristiques fondamentales (systématique vs non, introspective vs allospective, narrative vs attributive). Le stimulus (objet perceptif ou évaluatif) la réponse (notation immédiate ou différée) la situation (naturelle ou créée, manipulée ou non) la place de l'observateur (participant ou passif, perçu ou non), le temps (longitudinale continue ou ponctuelle, et transversale) enfin suivant les attributs qu'il classe en stimulus (signes ou catégories) exclusifs ou non, exhaustifs ou non, unidimensionnels ou pluridimensionnels.

Et en réponses : (unités recoupées ou non par l'observateur, échantillonnées ou non, échelles ordinales ou nominales).

### 3) Problèmes de sémiologie : la détermination des objets étudiés

C'est un des problèmes les plus délicats et les plus négligés.

#### *Le découpage en actes et en séquences*

Pour toutes ces méthodes il est nécessaire de découper le temps pour obtenir des séquences. Cela se fait soit arbitrairement (en tranches de trois secondes — par exemple) soit suivant le discours (par phrases) soit suivant un système plus complexe se référant au fonctionnement du maître par exemple.

Il faut que un intervalle de temps soit suffisamment long pour, que les objets pertinents de l'observation y soient identifiables (le dit, l'intention...) et suffisamment court pour contenir le minimum d'interactions afin de pouvoir assigner un même état aux différents systèmes en présence. Ce n'est pas toujours facile.

On peut aussi demander à des professionnels de proposer un découpage. On s'aperçoit que les observateurs découpent de la même façon des séquences importantes lorsqu'elles correspondent aux prévisions de la fiche didactique mais que l'accord ne subsiste pas au niveau d'un découpage fin. C'est que l'observateur « lit » le déroulement de l'activité didactique comme on lit un film, en le découpant en scènes pour reconstituer un sens à partir du texte avec des systèmes et des codes implicites.

Comme telle l'observation relèverait autant de sémiologie que de l'analyse de systèmes, il s'agit d'étudier un langage. Le découpage décidé par le maître fonctionne comme le montage d'un film. Il crée des unités de sens, des « signes » qui ne devraient pas être analysés seulement suivant le découpage technique mais aussi suivant le sens créé. (Christian Metz, Langage et cinéma.)

#### *Les traits, objets, relations et faits pertinents*

Le découpage doit donc fournir des unités identifiables, susceptibles d'être un élément reconnaissable d'une séquence par exemple. Il doit donc exister une liste d'unités distinctes susceptibles de se produire à sa place. Nous dirons un paradigme de situations didactiques élémentaires. Deux situations sont distinctes à partir du moment où elles peuvent être opposées par au moins un trait (présent dans l'une, absent dans l'autre) pertinent. La distinction est pertinente si le remplacement d'une situation par l'autre est susceptible de changer la signification de la séquence (de façon régulière, non accidentelle).

Ainsi, la recherche des traits pertinents passe par l'analyse de leurs « dépendances » (des causalités) (G. Vinrich). Deux moments peuvent différer, non par un trait, mais par la présence ou l'absence d'un fait, d'un objet, d'une relation qui deviennent ainsi pertinents (signifiants si l'on veut) dans cette séquence. Il est clair que tous les faits ne sont pas pertinents dans un processus.

#### *Dépendances, processus*

On voit comment à partir d'un processus didactique entier on est conduit à interpréter le phénomène, et à partir des dépendances (souvent supposées) à désigner certains faits comme pertinents. Il est alors possible de combiner ces faits, de construire des automates qui reproduisent les processus observés.

Cette interprétation sémiologique de l'observation met en évidence qu'il est nécessaire de partir et de revenir au sens global des processus d'apprentissage, en observant et en combinant des faits isolés, même en très grand nombre, même en leur appliquant les méthodes puissantes de reconnaissance de forme, on n'a pas plus de chance de reconstituer un modèle didactique qu'on n'en aurait de construire la grammaire française à partir de l'étude des coefficients de Fourier de l'enregistrement d'une voix.

Ceci n'est pas sans avoir des conséquences méthodologiques dont nous avons déjà parlé plus haut.

#### *Résultats*

On essaie donc d'obtenir par des procédés objectifs les résultats d'observation suivants :

- a) Un découpage du temps (de la leçon, ou des processus) en une suite d'étapes typiques (ou situations identifiées par leurs relations syntagmatiques et para
- b) Le discours (transcription) et l'interprétation de ce discours, (détermination des signes et leur articulation).
- c) Une caractérisation des étapes et une référence à des types de situations. Ceci implique :

d) L'identification des éléments en présence et de leurs relations synchroniques : états des élèves, du maître, étape de la connaissance, objectif contractuel de la séquence, usage prévu des productions de l'élève, comportements acceptés, informations connues ou ignorées, motivations, résultats de l'élève. La construction de paramètres appropriés.

e) Une liste de conditions de succession de ces situations : conditions cognitives, affectives, linguistiques, informationnelles, matérielles — ce qui implique une étude des relations diachroniques entre les éléments des situations : successions de comportements, analyse des productions verbales, écrites, graphiques des élèves, dans leur dépendance...

f) Une liste de conditions de reproduction des processus observés.

#### *Conditions optimales*

Il s'agit alors de rechercher les modèles d'élèves, de maître, de projet didactique, de la connaissance mathématique, des processus d'apprentissage qui permettront d'expliquer ce qui s'est produit et les facteurs sur lesquels on peut agir pour faire apparaître des différences (éventuellement pour optimiser). Ceci appelle deux remarques que je soumets à votre réflexion. Le détour théorique et méthodologique proposé ici est nécessaire à l'amélioration de l'enseignement : les tentatives de procéder de façon empirique, pas à pas ou de ne jouer que sur un petit nombre de facteurs, ont échoué, c'est-à-dire ont donné des résultats moins bons. Les méthodes classiques sont localement optimales.

Par contre, on recherche trop exclusivement à recourir à des modèles quantitatifs. Il est très possible de raisonner mathématiquement sur des modèles qualitatifs dans la voie ouverte par Thom.

#### **4) L'observation suivant les types de recherche**

Je ne connais pas de classification des recherches qui donne une typologie des observations. Pour ma part, j'essaie de situer les recherches selon qu'elles portent principalement sur le fonctionnement ou les caractéristiques des systèmes en présence ;

sur des processus eux-mêmes ;

sur des facteurs de discrimination ou d'optimisation qui permettent d'expliquer et de classer les processus eux-mêmes.

Dans le premier cas on a des analyses d'automates : l'observation c'est le recueil des entrées et des sorties.

Dans le second cas on a des analyses de suites d'interactions d'automates, les observations portent sur des « super signes » comme il est indiqué ci-dessus.

Dans le troisième cas, l'observation peut prendre des formes très différentes : comme on peut le voir dans nos travaux sur l'apprentissage des algorithmes, les variables informationnelles et les obstacles épistémologiques.

### **III. — ANALYSE DES DONNÉES SUR LA DIDACTIQUE** Pour mémoire, je renverrai à :

**1) Les structures mathématiques des données** (Brousseau 70). Les données se présentent sous forme, soit de textes codés ou en langue naturelle, soit de tableaux à trois dimensions (sujets, variables observées, moments).

Un même corpus peut être interprété de diverses manières, ce qui permettra différents traitements.

Les travaux actuels portent sur les méthodes permettant de manipuler et de structurer les marges (sujets, variables...), soit a priori avant traitement ; soit a posteriori d'après les résultats ; cela réclame la création de langages en vue du traitement informatique.

#### **2) Les méthodes d'analyse**

Voici le plan d'un ouvrage en cours de réalisation à l'IREM de Bordeaux qui montre la variété des méthodes et de problèmes : Observation, Recueil des données, Gestion des données et recensements, Analyse des données, taxinomies et correspondances, Tests d'hypothèses, Méthodes bayésiennes et fiduciaires, Analyse des dépendances, méthodes ordinales, etc., Analyse du discours, simulations et modèles, évaluation et **docimologie**, modèles mathématiques de gestion didactique.

On y retrouvera la trace des deux tendances en analyse des données signalées jusqu'ici, la reconnaissance de formes (Benzecri), l'analyse de dépendance et le test d'hypothèse.

Je ne choisis pas entre les deux. Pas plus que je ne les considère comme de simples techniques. Les rapports d'application des mathématiques au mathématique, comme à l'extra-mathématique ne sont pas ce que l'on croit : une méthode est modifiée par sa mise en oeuvre et un sujet d'étude déformé par la méthode utilisée, ou plutôt l'un et l'autre sont réciproquement constitutifs.

Guy BROUSSEAU.

Maître assistant de mathématiques. Université Bordeaux I.

## BIBLIOGRAPHIE

- BONBOIR. — Pédagogie correctrice (1970 ?).
- BROUSSEAU (G.). — 1967, Organisation du centre de recherche pour l'enseignement des mathématiques, Cahier du C.R.E.M., n° 4.
- BECKER (J.), BROUSSEAU (G.), COLMEZ (J.). — 1968, Rôle des instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques, Cahier du C.R.E.M., n° 6.
- BROUSSEAU (G.). — 1970, Observations et recherches en enseignement des mathématiques, Cahier de l'I.R.E.M. de Bordeaux, n° 4.
- BROUSSEAU (G.). — 1972, Processus de mathématisation, publication de l'A.P.M.
- BROUSSEAU (G.). — 1973, Peut-on améliorer le calcul des produits de nombres naturels, Actes du Congrès des Sciences de l'Éducation I.P.I.
- BROUSSEAU (G.). — 1973, Recherches sur l'enseignement du calcul numérique, Cahier de l'I.R.E.M. de Bordeaux, n° 15.
- BROUSSEAU (G.) et coll. — 1974, Recherche sur l'analyse du discours, Cahier de l'I.R.E.M., n° 15.
- BROUSSEAU (G.). — 1975, Qu'est-ce que la didactique des mathématiques ? Exemples de recherches en didactique, T. 1 du compte rendu du colloque sur l'analyse de la didactique des mathématiques de Bordeaux.
- BROUSSEAU (G.). — Le recueil et le traitement des résultats à l'école Jules-Michelet (1978, 39 p., Cahier 18, I.R.E.M. de Bordeaux).
- Publications du 3<sup>e</sup> cycle de didactique des mathématiques (ouvrage collectif), 1976, Méthodes d'analyse quantitative en didactique des mathématiques, Fascicule 5, Tests d'hypothèses ; Fascicule 4, Taxinomie et correspondances.
- CARDINET (J.). — Comparaison de méthodes pédagogiques en analyse du système scolaire. Etudes pédagogiques.
- CARDINET (J.), TOURNEUR, ALLAL. — 1976, The symmetry of generalizability theory : applications to educational measurement, Journal of educational measurement, vol. 13, n° 2.
- COLMEZ (F.). — Société des nombres (1978, article I.R.E.M. de Paris).
- DUSSAULT (G.), LECLERC (M.), BRUNELLE (J.), TURCOTTE (C.). — 1973, L'analyse de l'enseignement, Presses de l'Université du Québec.
- FAUCON (E.), RAYMOND (P.), VINCENTI (M.). — L'observation à l'école Jules-Michelet (1976, 30 p. Cahier 17, I.R.E.M. de Bordeaux).
- FOUCAULT (M.). — 1973, Naissance de la clinique, P.U.F.
- KETELE (M. de). — 1976, Processus éducatif, objet de l'observation psycho-pédagogique, Doctorat P.S.M. 321, Université de Louvain.
- LANDSHEERE (G. de). — 1970, Introduction à la recherche, Armand Colin.
- LEFEVRE (L.). — Méthode d'observation psycho-pédagogique, E.S.F. METZ (C.). — 1971, Langage et cinéma, Larousse.
- POWER (C.). — 1977, A critical review of science class room, Interaction studies, Studies In Science Education.
- REGNIER (A.). — 1974, La crise du langage scientifique, Anthropos.
- ROUANET (H.). — L'analyse des comparaisons systématiques dans un plan à un facteur aléatoire, introduction au programme VAR 3.
- SINCLAIR (J.) et COULTHARD. — 1975, Towards an analysis of discourse, The English used by teachers and pupils, Oxford University Press.
- THOM (R.). — 1972, Stabilité culturelle et morphogénèse, Reading Massachusetts.
- VINRICH (G.). — Dépendances didactiques, mémoire D.E.A. de didactique des mathématiques, nov. 1976.
- VERGNAUD (G.). — Essai de classification des situations d'apprentissage, Bulletin du C.E.R.P., 1964, XIII, n° 3, pp. 115-155.