
Remédiation, Simulation, Argumentation : Analyse de productions d'élèves en électricité

Sandra Michelet*

**CLIPS-IMAG*

385 rue de la Bibliothèque, Domaine Universitaire, B.P. 53

38041 Grenoble Cedex 9

Sandra.Michelet@imag.fr

RÉSUMÉ. Nous nous intéressons à la modélisation des connaissances mises en œuvre par l'apprenant en situation d'apprentissage basé sur un micromonde en électricité. Nous cherchons à déstabiliser et remédier à des conceptions et modes de raisonnement erronés en électricité. Nous présentons, dans cet article, notre proposition face à ces différentes problématiques. Celle-ci se compose d'un questionnaire dynamique que nous avons conçu et développé. Nos hypothèses de départ furent confortées par les résultats obtenus lors des expérimentations en collège et en lycée que nous avons menées.

MOTS- CLÉS: EIAH, connaissances, raisonnement, argumentation, diagnostic, expérimentation, électricité.

KEYWORDS: computer based learning environment, knowledge, reasoning, argumentation, diagnosis, experimentation, electricity.

1. Introduction

Tout individu humain construit, dès sa naissance, des connaissances sur le monde qui l'entoure dans le but d'interpréter les événements, les phénomènes auxquels il est confronté. Cet ensemble de connaissances que possèdent un apprenant, encore appelé *conceptions*¹ constituent le regard qu'il porte sur le monde qui l'entoure : c'est à travers lui qu'il comprend, voit, interprète et s'approprie ou non l'environnement dans lequel il vit.

Dans le domaine de l'électricité, comme dans d'autres domaines d'enseignement, on constate une résistance des *misconceptions* (conceptions pouvant être considérées soit comme des erreurs, soit comme des connaissances pertinentes dans un certain contexte) malgré l'enseignement dispensé. Cette résistance dans le domaine de l'électricité, fut largement démontrée dans la littérature: des études montrent que les circuits électriques sont rarement maîtrisés à la fin du lycée [PSILLOS 98] et que l'on obtient des résultats similaires quelque soit le niveau des élèves de la 6^{ème} à la maîtrise [CLOSSET 83].

Cette résistance est due aux connaissances préalables que possède l'apprenant, constituant pour lui son bagage de savoirs et de références sur lequel il va s'appuyer au cours de l'enseignement qu'il va suivre. Ainsi, « c'est comme si ces conceptions continuaient de coexister à côté des connaissances apprises pendant les cours de Sciences Physiques » [CAILLOT 92].

Un des verrous à la déstabilisation des *misconceptions* vient du fait que le processus de construction de nouvelles connaissances est solidement ancré en lui. Pour l'apprenant, le modèle qu'il a élaboré pour justifier un phénomène reste valide tant que celui-ci n'a pas été invalidé [LAUGIER & DUMON 98]. L'activation de scénarios didactiques et pédagogiques d'apprentissage adéquats permet, non seulement de déstabiliser les différentes conceptions et modes de raisonnement faux, mais également de s'appuyer sur ceux-ci pour progresser et acquérir de nouvelles connaissances plus solides [CHOMAT et al. 99].

Face à notre problématique, nous sommes confrontés à plusieurs interrogations : Comment déstabiliser et remédier à des *misconceptions* en électricité ? L'argumentation peut-elle aider à élaborer un diagnostic plus fin ? La simulation peut-elle jouer un rôle dans la déstabilisation et la remédiation ?

De plus en plus d'EIAH fournissent des moyens de formulation à l'apprenant afin de mieux détecter des conceptions erronées, car les productions écrites par les élèves reflètent leurs idées, leurs conceptions, et un diagnostic plus fin et plus riche est possible. La prise en compte de productions en langage naturel est très complexe

¹ Le terme *conception* n'est utilisé que pour désigner un ensemble de connaissances qui est retrouvé chez plusieurs apprenants [TIBERGHIEU 04].

et l'on rencontre souvent des interfaces permettant une analyse simplifiée. On commence à voir apparaître, dans des EIAH de chimie, des espaces où l'élève peut expliquer sa démarche en langage naturel, comme par exemple Schnaps [BLONDEL et al. 97] et Educaffix.Net [D'HAM et al. 04]. Cependant, il n'existe pas de micromonde en électricité dans lequel l'élève puisse argumenter ses réponses aux exercices. Or, bien que l'usage d'un micromonde et de la simulation fournissent des indices pour la réalisation d'un diagnostic sur l'état des lieux des connaissances de l'apprenant, ils ne permettent pas, à notre avis, de conclure de la manière la plus efficace vis-à-vis du diagnostic et de la déstabilisation des misconceptions.

Après avoir présenté une vue générale des misconceptions et modes de raisonnement erronés en électricité, nous présentons le scénario d'apprentissage que nous avons mis en œuvre afin de traiter nos problématiques et de répondre à nos questions. Ce scénario d'apprentissage a donné lieu à des expérimentations en collège et en lycée. Nous concluons en mettant en parallèle les résultats obtenus face à nos interrogations et nous exposons nos perspectives de recherche.

2. Exemples de misconceptions et modes de raisonnement erronés en électricité

Nous avons centré nos recherches sur les circuits électriques simples comportant des générateurs, des interrupteurs, des lampes et des résistances. Nous allons dresser, brièvement, ici une vue générale des recherches menées concernant quelques misconceptions et modes de raisonnements incorrects que nous avons cherchés à détecter lors de notre expérimentation.

2.1. Les courants antagonistes

Certains élèves considèrent que le courant part des deux bornes de la pile pour se rejoindre dans le récepteur (comme la lampe) et c'est la réunification des deux courants qui engendre le fait que la lampe soit allumée [TIBERGHIE & DELACOTE 76] [CHOMAT et al. 99].

2.2. L'usure du courant

Les élèves qui possèdent cette misconception, pensent que dans des circuits en série, l'intensité en sortie d'un dipôle est plus petite qu'à l'entrée du dipôle car celui-ci en a consommé. Cette conception est fautive car l'intensité dans un circuit en série est partout la même (1^{ère} loi de Kirchhoff). Cette misconception est très fréquente : en présentant un circuit en série (composé d'une pile, de deux lampes et d'une résistance placée entre les lampes) les auteurs, [BENSEGHIR & CLOSSET 93], ont observé la réponse «la lampe 1 brille plus que la lampe 2» chez 51% d'élèves de niveau fin secondaire et chez 52% d'étudiants en 1^{ère} année de DEUG Sciences.

2.3. Rôle des interrupteurs

Une des difficultés les plus récurrentes concerne le cas du circuit ouvert [CHOMAT et al. 99]. De nombreuses personnes pensent que le courant électrique quitte la pile et s'arrête lorsqu'il rencontre un obstacle comme un interrupteur ouvert. En présentant un circuit ouvert comportant une lampe, les auteurs, [BENSEGHIR & CLOSSET 93], ont constaté que 16% d'étudiants de 1^{ère} année et 2^{ème} année de DEUG Sciences pensent que dans un tel circuit, la lampe brille. Cette difficulté provient d'un *raisonnement séquentiel*.

2.4. Le raisonnement séquentiel

Les élèves qui adoptent ce raisonnement perçoivent le comportement du circuit comme étant le fruit des comportements individuels des composants qui mis, bout à bout, donnent le comportement général du circuit. Ainsi, le circuit n'est pas considéré comme un système et une lecture séquentielle dans le sens du courant est opérée [CLOSSET 83]. Ce raisonnement entre souvent en jeu après que l'on ait enseigné aux élèves la résistance. Dans une étude menée sur 313 élèves, [KOUMARAS et al. 91], on a observé que près de 20 % d'entre eux raisonnent de façon séquentielle sur des circuits comportant une pile, des lampes et une résistance.

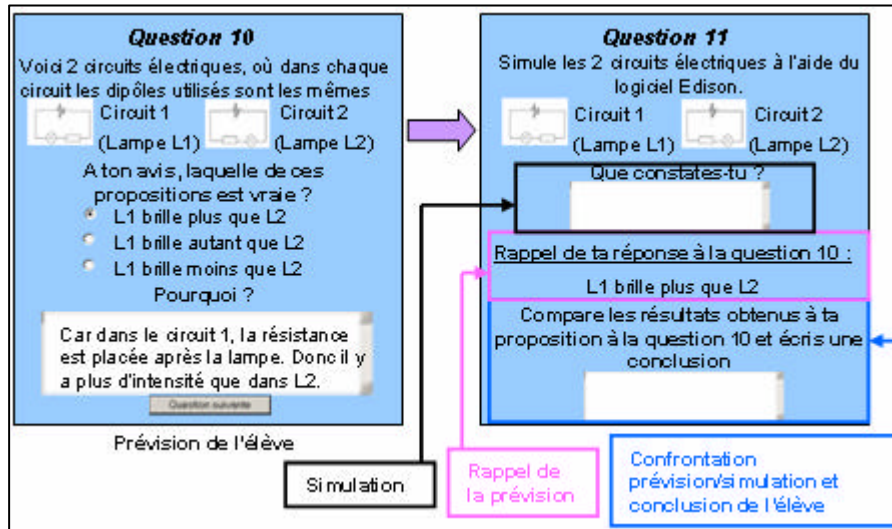
3. Scénario d'apprentissage visant à déstabiliser et à remédier aux misconceptions et modes de raisonnement erronés ciblés

Les conceptions des élèves renvoient à des processus mentaux non directement observables, et on constate leurs manifestations au niveau des procédures mises en œuvre par l'élève. Dans le but de comprendre les erreurs de l'apprenant, nous devons donc faire des inférences sur le fonctionnement mental de celui-ci.

Dans ce contexte de recherche, nous avons développé un questionnaire dynamique visant à déstabiliser et remédier à des misconceptions en électricité par le biais de la confrontation des prévisions de l'apprenant à la simulation [MICHELET 05] [TPElec 05]. Les questions comportent 3 phases : l'apprenant prend position par rapport à une situation précise (cf. question 10 fig. 1), ensuite, il réalise la simulation puis il confronte l'observation avec sa prévision (cf. question 11 fig. 1).

Ce scénario repose, en partie, sur la simulation réalisée par l'élève. Cette activité, fondée sur une théorie constructiviste de l'apprentissage (*learning by doing*) [DEVRIES 01], peut contribuer de façon significative au processus d'apprentissage car l'apprenant dispose ainsi d'un environnement pour la découverte des modèles par l'observation et la manipulation. L'étude, [ZAIED & ALBE 03], conforte cette hypothèse didactique en confirmant l'impact positif de la simulation : face à des problèmes de circuits électriques, les apprenants ont dépassé leurs conceptions primitives.

L'aspect dynamique du scénario va permettre de confronter les élèves à leurs propres conceptions. Pour chaque question de prévision, grâce aux connaissances des enseignants de physique avec lesquels nous collaborons, nous pouvons établir un diagnostic des connaissances de l'élève en fonction de sa



réponse. La dynamique des questions est, pour l'instant, codée à l'avance.

Figure 1. Exemple d'enchaînement de questions du scénario pédagogique

4. Expérimentations

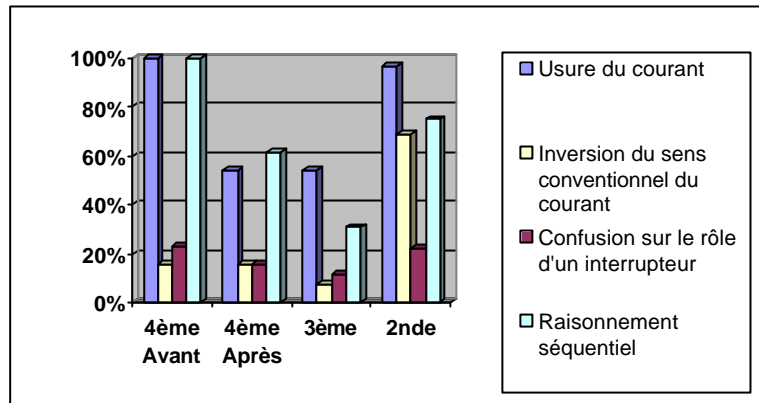
4.1. Population

Notre expérimentation a concerné 92 élèves du niveau 4^{ème} à 2^{nde} (4 classes différentes): une classe de 4^{ème} avant et une autre classe après enseignement de l'électricité, une classe de 3^{ème} après enseignement de l'électricité et une classe de 2^{nde} où il n'y a pas d'enseignement de l'électricité.

4.2. Conceptions et modes de raisonnement détectés

Nous avons détecté les conceptions et modes de raisonnement suivants: usure du courant, confusion sur le rôle d'un interrupteur, inversion du sens conventionnel du courant (ces élèves pensent que le courant va du pôle - vers le pôle +) et raisonnement séquentiel. Contrairement à ce que nous avons envisagé dans notre analyse a priori de l'expérimentation, nous n'avons pas détecté la misconception de courants antagonistes. La figure 2 donne un aperçu de la détection de conceptions ou

modes de raisonnements faux, apparus au moins une fois à travers les différentes



ques
tions
,
par
mi
la
pop
ulati
on
cible
e par
nos
expé
rime

ntations.

Figure 2. Détection de conceptions erronées ou de modes de raisonnement faux selon les niveaux des classes

On remarque que l'usure du courant et le raisonnement séquentiel sont fortement présents et ceci quelque soit le niveau, et l'avancement du programme scolaire (avant ou après enseignement).

4.3. Apports de la simulation, du scénario et de l'argumentation

Face à nos interrogations (cf. §1), les résultats de nos expérimentations nous ont confortés dans notre démarche. Concernant l'argumentation, nous avons eu la confirmation de son importance en détectant des réponses justes avec argumentation fautive, ainsi que le cas inverse (un exemple est donné dans la figure 3). En effet, le processus argumentatif permet de faire évoluer les attitudes cognitives vis-à-vis des connaissances mises en jeu, d'explicitier les fondements (explications, justifications,

arguments) des solutions, d'élaborer des discours plus cohérents [SEJOURNE et al. 04].

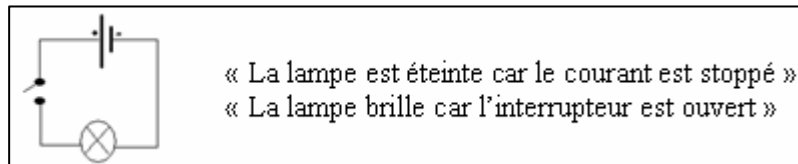


Figure 3. Exemple de réponse juste avec argumentation fausse et l'inverse

Concernant le scénario, l'enregistrement des parcours des élèves nous a permis d'observer qu'une remédiation s'opérait, puisqu'en analysant les retours arrières avec changement de réponse, nous avons constaté que 76.67% des élèves passaient ainsi d'une réponse incorrecte à une réponse correcte.

Notre dernière interrogation concernait le rôle et l'impact des simulations, nous avons remarqué que 67.11% des élèves ont ainsi été déstabilisés en manipulant le micromonde et nous avons observé qu'une remédiation s'opérait pour 75.29% d'entre eux.

5. Conclusions et perspectives

5.1. Conclusions

Notre expérimentation nous a permis de vérifier, par le biais des retours arrières avec une modification de la réponse, que notre scénario pédagogique informatisé nous permettait de déstabiliser des misconceptions et des modes de raisonnement incorrects en électricité. Notre analyse nous a également permis d'établir l'aide efficace apportée par la simulation comme élément déstabilisateur de misconceptions. L'analyse du corpus des données recueillies, nous a permis également de montrer que la prise en compte de l'argumentation des élèves est indispensable pour établir un diagnostic plus fin et plus riche.

5.2. Perspectives

Nous cherchons à intégrer un environnement de formulation et un module de diagnostic à un micromonde de circuits électriques. Ce système de diagnostic produira l'information nécessaire pour aider l'enseignant à la compréhension de l'activité d'apprentissage de ses élèves.

La spécification d'un environnement de formulation permettra à l'apprenant d'exprimer des hypothèses ou des observations sur des phénomènes de physique, qui permettra au module de diagnostic d'en déduire les conceptions de l'apprenant. Pour cela, nous devons simplifier la saisie de l'argumentation afin de faciliter

l'analyse et établir un diagnostic pertinent, en nous basant sur les actes du langage [QUIGNARD & BAKER 98].

Ainsi, nous devons répondre aux questions suivantes : comment formuler des phénomènes électriques dans un environnement d'apprentissage ? Comment faire du diagnostic sur cet environnement ?

6. Bibliographie

- [BENSEGHIR & CLOSSET 93] Benseghir, A., Closset, J.L., « De l'électrostatique à l'électrocinétique, des difficultés historiques et actuelles », *Raisonnement en physique, la part du sens commun*, chp. 11, p. 191-208, édition De Boeck Université, 1993.
- [BLONDEL et al. 97] Blondel, F.M., Schowb, M., Tarizzo, M., « Diagnostic et aide dans un environnement d'apprentissage ouvert : un exemple en chimie, SCHNAPS », *STE*, vol. 4, n°4, 1997, p. 1-34.
- [CAILLOT 92] Caillot, M., « Vers une didactique cognitive ? », *Intellectica*, ½, 13-14, 1992, p. 273-89.
- [CHOMAT et al. 99] Chomat, A., Desbeaux-Salviat, B., Larcher, C., Saltiel, E., *Conceptions, raisonnements communs ou familiers*, 1999.
- [CLOSSET 83] Closset, J.L., *Le raisonnement séquentiel en électrocinétique*, Thèse Université Paris VII, 1983.
- [DE VRIES 01] De Vries, E., « Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ? », *Revue Française de pédagogie*, n° 137, 2001, p. 105-116.
- [D'HAM et al. 04] D'Ham, C., De Vries, E., Girault, I., Marzin, P., « Exploiting Distance Technology to Foster Experimental Design as a Neglected Learning Objective in Labwork in Chemistry », *Journal of Science Education and Technology*, vol. 13, n° 4, 2004, p. 425-434.
- [KOUMARAS et al. 91] Koumaras, P., Psillos, D., Valassiades, O., Evagelinos, D., « A survey of secondary education students' ideas in the area of electricity », *Pedagogical Review*, vol. 13, 1991, p. 125-154.
- [LAUGIER & DUMON 98] Laugier, Dumon., *Enseigner les sciences physiques avec de jeunes élèves : quelle épistémologie pour quelle démarche ?*, 1998.
- [MICHELET 05] Michelet, S., *Etude d'un environnement pour le diagnostic et la remédiation de conceptions erronées en électricité*, Mémoire de M2R ICPS, 2005, 75p.
- [PSILLOS 98] Psillos, D., *Enseigner l'électricité élémentaire, Résultats de recherche en didactique de la physique au service de la formation des maîtres*, ouvrage coordonné par A. Tiberghien, E. Leonard Jossem & J. Barojas-Weber, publié par la Commission Internationale sur l'enseignement de la Physique, 1998.
- [QUIGNARD & BAKER 98] Quignard, M., Baker, M., « Conditions de production spontanée de dialogues argumentatifs entre élèves », *Proceedings of the 4th International Conference on Argumentation (ISSA'98)* Amsterdam, 1998.

- [SEJOURNE et al. 04] Séjourné, A., Baker, M., Lund, K., Molinari, G., «Schématisation argumentative et co-élaboration de connaissances : le cas des interactions médiatisées par ordinateur », *Faut-il parler pour apprendre ?*, Actes de colloque international—IUFM Nord-Pas de Calais —Université Lille 3—E.A. Théodile Lille 3—IUFM, Arras, Mars 2004, p.1-14.
- [TIBERGHIEEN & DELACOTE 76] Tiberghien, A., Delacote, G., « Manipulations et représentation de circuits électriques simples par des enfants de 7 à 12 ans », *Revue Française de Pédagogie*, vol. 10, 1976, p. 303-316.
- [TIBERGHIEEN 04] Tiberghien, A., « Causalité dans l'apprentissage des Sciences », *Intellectica*, 38(1), 2004, p. 69-102.
- [ZAIED & ALBE 03] Zaied, M., Albe, V., «L'impact d'un outil informatique sur les conceptions en électricité », *Actes de la conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH 2003*, Strasbourg, 15-17 Avril 2003, p. 567-570.

7. Références sur le WEB

- [TPElec 05] <http://siota.imag.fr/questionnaireTpElec>