

Problématisation et débat scientifique avec des élèves tunisiens de classe terminale à propos de la pile Daniell

TAKWA AYADI¹, CHIRAZ BEN KILANI²

¹*Institut Supérieur de l'Éducation et de la Formation Continue
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
takwaayedi@gmail.com*

²*Éducation, Cognition, TIC et Didactique (ECOTIDI)
Université Virtuelle de Tunis
Tunisie
chiraz.kilani@yahoo.fr*

ABSTRACT

The present research focuses on the analysis of a scientific debate with Tunisian pupils in the final class during their construction of a reasoned knowledge about the Daniell cell. In the theoretical framework of problematization, the reasons are categorized in terms of constraints and necessities. The data are collected from a video recording. The epistemic analysis conducted shows that the pupils, when constructing problematized knowledge, mobilize theoretical knowledge confronted during previous classes, the necessities constructed are little or not explicit. This epistemological analysis allows us to better understand what is at stake in a scientific debate in class during the construction of a problematized knowledge.

KEYWORDS

Problematization, scientific debate, epistemic analysis, constraints and necessities

RÉSUMÉ

La présente recherche porte sur l'analyse d'un débat scientifique mené avec des élèves tunisiens de classe terminale lors de leur construction d'un savoir raisonné à propos de la pile Daniell. Dans le cadre théorique de la problématisation, les raisons mises en jeu, sont catégorisées en termes de contraintes et de nécessités. Les données sont recueillies à partir d'un enregistrement vidéo de la séance. L'analyse menée montre que les élèves, lors de leur construction d'un savoir problématisé, mobilisent des connaissances théoriques confrontées lors des classes antérieures, les nécessités construites sont peu ou pas explicites. Cette analyse à caractère épistémologique nous permet de mieux comprendre ce qui se joue dans un débat scientifique en classe lors de la construction d'un savoir problématisé.

MOTS-CLÉS

Problématisation, débat scientifique, analyse épistémique, contraintes et nécessité

INTRODUCTION

Faire des sciences ne consiste pas à accumuler des résultats ni à résoudre des problèmes

(Orange, 2000, 2005), mais à mobiliser des connaissances en mettant en avant la construction des problèmes, parce qu'une connaissance scientifique ne peut pas être limitée à une accumulation passive et non problématique d'informations, elle est le résultat d'un processus de construction active de savoirs (Orange, 2000).

Dans notre recherche, nous nous inscrivons dans une tradition rationaliste de l'activité scientifique (Bachelard, 1949; Popper, 1979); selon laquelle « *un savoir scientifique n'a aucun sens en dehors des problèmes qui le fondent* » (Deleuze, 1969), une forte relation s'établit donc entre les savoirs scientifiques et les problèmes dont ils sont issus.

Notre travail se situe dans le cadre théorique de la problématisation où à partir de la transcription d'un débat scientifique en classe mené avec des élèves tunisiens de classe terminale¹ à propos de la pile Daniell, nous allons effectuer une analyse épistémique visant l'identification des raisons, c'est-à-dire les contraintes et les nécessités.

Nous présentons tout d'abord le cadre théorique de référence. Nous décrivons en suite la méthodologie de recueil et d'analyse des données. Puis, nous exposons et discutons les résultats obtenus.

CADRE THÉORIQUE

La problématisation en sciences

Issu de la didactique des sciences de la vie et de la Terre, le cadre théorique de la problématisation s'est développé au sein du Centre de Recherche en Éducation de Nantes (CREN)² faisant partie de la cinquième thématique : « Savoirs, apprentissage, valeurs en éducation »³ dans laquelle se sont développés des études qui portent essentiellement sur l'apprentissage des SVT par problématisation (Orange, 2007).

Selon le Dictionnaire Le Robert, la problématisation est définie comme étant « *la capacité intellectuelle pour un sujet à construire un problème* », « *art, science de poser les problèmes* » (Dictionnaire Le Robert, 1992 p. 1534, cité par Philippot, 2012, p. 23). Bachelard (1934, p. 17) disait que « *Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit* », nos connaissances scientifiques sont donc construites à partir des questions dont elles constituent les réponses : c'est en s'interrogeant qu'on peut accéder aux savoirs scientifiques.

Pour Fabre (1999), la problématisation est le processus qui englobe position, construction et résolution du problème pas seulement résolution. Orange (2007) affirme que la problématisation est avant tout une construction des problèmes, à travers la mobilisation de certaines opérations intellectuelles.

Pour que les élèves accèdent à des savoirs scientifiques, il est nécessaire de les engager dans un processus de problématisation : premièrement, l'élève pose le problème, ensuite il le construit pour pouvoir finalement le résoudre. Ce processus n'est pas linéaire : poser, construire et résoudre un problème ne sont pas successifs dans le temps (Musquer, 2018), c'est le résultat

¹ Dans le système éducatif tunisien, l'enseignement secondaire dure quatre ans. À la fin de la 4^{ème} année secondaire (classe terminale), les élèves passent l'examen national du baccalauréat.

² Le Centre de Recherche en Éducation de Nantes (CREN) est un laboratoire de recherche en éducation créé en 1985. Les recherches qui y sont menées portent sur l'éducation, la formation, le plurilinguisme, l'apprentissage, les valeurs en éducation, la qualité de vie à l'école, etc. Elles sont développées autour de deux axes principaux : " Politiques d'éducation et dispositifs de formation " et " Éducation, enseignement et processus d'apprentissage ".

³ Le CREN est structuré en cinq thématiques : 1- Conception de formation et médiation par le numérique. 2 - Plurilinguismes, éducations, sociétés. 3 - Politiques et carrières en éducation et formation. 4 - Parcours bibliographiques, formation et qualité de vie. 5 - Savoirs, apprentissage, valeurs en éducation. Les travaux développés dans le 5^{ème} thème portent sur la problématisation, l'émancipation, et les théories de la reconnaissance.

d'un processus circulaire et dynamique entre savoir et problème (Orange, 2000). Selon Orange (2007), il existe un lien entre les savoirs et les problèmes en sciences, il considère que ces savoirs, comme les problèmes qui leur ont donnés naissance, sont de nature explicative. Selon l'approche rationaliste dans laquelle nous nous situons les savoirs scientifiques sont caractérisés par un accès aux raisons.

La problématisation : une construction de raisons

Les travaux menés par Christian Orange en didactique des sciences de la vie et de la Terre (SVT) et par l'équipe du CREN (Fabre, 1999, 2005; Fabre & Orange, 1997), ont montré que la problématisation en SVT a pour but principal la construction des raisons qui permettent l'accès à un savoir possédant un caractère de nécessité.

Orange (2005) indique que ce n'est pas en terme du vrai et du faux que les savoirs scientifiques se construisent, leur construction exige une identification des conditions des solutions proposées : ce sont les nécessités qui sont le résultat d'une construction critique des modèles explicatifs et pas d'un constat empirique. Selon Orange (2007), les problèmes scientifiques sont des problèmes explicatifs qui mettent en articulation au moins deux registres :

- Un registre empirique (RE) qui correspond aux faits observables ou expérimentés qu'on cherche à expliquer, ou les appuis d'une explication : c'est tout ce que l'on cherche à expliquer.
- Un registre des modèles (RM) qui correspond aux idées qui constituent lieux des développements des explications : c'est ce qui explique (Martinand, 1992).

Le débat scientifique en classe

Un débat scientifique en classe n'est pas seulement une pratique pédagogique efficace pour l'acquisition des savoirs, mais une condition pour faire des sciences (Peterfalvi & Jacobi, 2003). Pour accéder à un statut scientifique, un savoir doit être d'un part partagé avec les autres et d'autre part soumis à la critique des pairs (Lhoste, 2006), c'est ce qui lui permet de dépasser la simple affirmation (savoir assertorique) pour acquérir une valeur d'apodicticité où il est raisonné et démontré. Si on qualifie la pensée scientifique par une pensée critique, celle-ci ne peut se développer qu'à partir des activités langagières (productions écrites et orales).

Au cours d'un débat scientifique en classe, face à un problème donné, les élèves confrontent leurs modèles proposés c'est-à-dire leurs réponses possibles, le débat est défini comme un processus qui permet de valider ces modèles (Schneeberger et al., 2007).

MÉTHODOLOGIE

Objet et niveau d'étude

Le débat scientifique en classe a été mis en œuvre avec 13 élèves tunisiens de classe terminale section mathématiques (18-19 ans). Le recours à ce type de débat est inhabituel dans cette classe, pour l'enseignant comme pour les élèves. La séance a été filmée, le débat a été enregistré et retranscrit.

L'objet d'étude porte sur le concept de la pile électrochimique (pile Daniell), c'est un thème qui fait partie du programme de la chimie des classes terminales sections scientifiques ; sa particularité réside dans le fait de son intersection de deux thématiques : l'une appartient au domaine de la physique (la notion du courant électrique), l'autre à la chimie (la réaction d'oxydoréduction).

Méthodologie de recueil des données

Tout d'abord, l'enseignant demande à 13 élèves de se diviser en groupe (regroupés par eux-

mêmes d'une façon spontanée) et de répondre, en produisant une affiche contenant un texte et un schéma, à la question suivante :

Comment un dispositif formé d'une lame de cuivre plongée dans une solution contenant des ions Cu^{2+} et une lame de zinc plongée dans une solution contenant des ions Zn^{2+} peut assurer la génération d'un courant électrique ?

Le débat s'est déroulé en trois phases présentées dans le tableau 1, qui illustre aussi les objectifs, les tâches et activités des élèves dans chaque phase :

TABLEAU 1
Les trois phases du débat

Phases	Objectifs	Tâches et activités des élèves
Phase 1	Production d'affiches	Travail en groupe
Phase 2	Présentation des affiches	Présentation du pré-modèle -Exposition et explicitation des idées explicatives
Phase 3	Critique des affiches	Discussion à propos des pré-modèles présentés -Questionnement des pré-modèles par l'enseignant et les autres élèves

Méthodologie d'analyse des données

Comme notre étude vise principalement la description et l'interprétation du processus d'une problématisation scolaire par les élèves de classe terminale lors de leur construction des problèmes liés à la notion de la pile Daniell, nous allons analyser les raisons mises en jeu qui, dans le cadre théorique de la problématisation, sont catégorisées en termes de contraintes et de nécessités.

Dans cette étude de cas, nous allons suivre la méthodologie d'analyse telle qu'elle a été décrite par Orange (2000) et qui consiste à attribuer les interventions des élèves au registre empirique, au registre des modèles ou à une articulation entre les deux registres.

Dans un premier temps, nous allons classer les interventions des élèves selon le type du registre mobilisé c'est-à-dire cerner à partir de ces propositions celles qui appartiennent au RE, celles qui font partie du RM et celles qui présentent une articulation entre les deux registres (RE-RM) : c'est la première réduction du corpus étudié (Orange, 2000), qui vise un repérage des propositions selon les registres mis en jeu.

À partir de cette première catégorisation, nous retenons, dans un deuxième temps, à partir des éléments du RE seulement ceux qui contiennent des contraintes empiriques (CE), et à partir des éléments du RM, ceux qui contiennent des contraintes (ou des nécessités) sur les modèles (CM). Les éléments qui mettent en jeu les deux registres (RE-RM) peuvent contenir des contraintes empiriques et des nécessités sur les modèles (CE-CM): c'est la deuxième réduction du corpus (ibidem.)

Ensuite, ces contraintes et nécessités vont être organisées afin de construire un espace de contraintes qui nous permet de repérer les explications des élèves.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'analyse extensive du corpus de débat scientifique ayant lieu en classe a permis de repérer dans les interventions des élèves 15 contraintes empiriques, 4 contraintes théoriques et 10 nécessités sur les modèles.

Les quinze contraintes empiriques mises en évidence sont données dans le tableau 2.

TABLEAU 2
Les contraintes empiriques

1) La réaction d'oxydoréduction correspond à un transfert d'électrons
2) La pile électrochimique est un dispositif qui permet l'obtention du courant électrique
3) Il y a une neutralité électrochimique
4) Il n'y a pas de mélange des deux solutions
5) La pile est un circuit fermé
6) Un pont salin relie les deux solutions
7) Une résistance élevée du voltmètre
8) Il y a deux compartiments (solutions) différents
9) Deux couples redox identiques possèdent le même potentiel
10) Il y a un transfert indirect d'électrons
11) La pile électrochimique est un dipôle électrique
12) Il y a un passage des électrons de la borne négative à la borne positive
13) Il y a un amincissement de la lame de zinc
14) Il y a formation d'un dépôt sur la lame de cuivre
15) La pile s'use à l'équilibre dynamique

Les contraintes empiriques indiquées dans le tableau 2 sont liées aux quatre contraintes théoriques données dans le tableau 3.

TABLEAU 3
Les contraintes théoriques

1) Le courant électrique est un transfert d'électrons
2) Pour qu'un courant électrique circule dans un circuit, il faut qu'il y ait une différence de potentiel
3) Un contact d'électrons direct entre les atomes de Zn et les ions Cu ²⁺ ne forme pas une pile Daniell.
4) Un contact d'électrons direct entre les atomes de Zn et les ions Cu ²⁺ ne forme pas une pile Daniell.

Les contraintes empiriques et les contraintes théoriques sont mises en tension avec des nécessités sur les modèles qui sont établies en s'appuyant sur un raisonnement.

Nous avons relevé les dix nécessités sur les modèles comme indiqué dans le tableau 4.

TABLEAU 4
Les nécessités sur les modèles

1)-Nécessité d'une réaction d'oxydoréduction.
2) -Nécessité d'une conduction ionique (un déplacement d'ions).
3) -Nécessité d'une résistance faible.
4) -Nécessité d'un couple redox.
5) -Nécessité de 2 couples redox différents.
6) -Nécessité d'une ddp $\neq 0$
7) -Nécessité de la séparation des 2 compartiments (solutions).
8) -Nécessité d'une force électromotrice de la pile $E \neq 0$
9)-Nécessité d'un transfert d'électrons.
10)-Nécessité de la variation de la quantité de matière.

L'accès des élèves à un savoir scientifique ne peut pas être limité à la simple description du

fonctionnement de la pile (« c'est comme ça, mais cela pourrait être autrement ») c'est-à-dire ce qui se passe à l'intérieur de la pile, autrement dit, il ne suffit pas de savoir pourquoi lorsqu'on plonge une lame de cuivre dans une solution contenant des ions Cu^{2+} et une lame de zinc dans une solution contenant des ions Zn^{2+} , un courant électrique est généré, mais il faut « savoir pourquoi cela ne peut pas être autrement », c'est-à-dire identifier les conditions du fonctionnement de la pile : ce sont les nécessités qui permettent à un savoir scientifique d'accéder à un statut apodictique (Orange, 2007).

Nous prenons dans ce qui suit l'exemple de la construction de la nécessité d'une réaction d'oxydoréduction.

Construction de la nécessité d'une réaction d'oxydoréduction

L'idée de la réaction d'oxydoréduction est apparue dès la première intervention qui correspond à la phase de la présentation de l'affiche du premier groupe, c'est le premier élément mobilisé par les élèves.

Cette nécessité a été construite par l'élève E1 (2)⁴. Dans son intervention, la nécessité d'une réaction d'oxydoréduction porte sur deux contraintes empiriques qui ont été construites suite à la mobilisation de certaines connaissances accessibles à l'expérimentation « la pile électrochimique est un dispositif qui permet l'obtention du courant électrique », on peut dire aussi que cette contrainte présente un élément abordé dans la question de départ, ou qui correspondent à un modèle scolaire stabilisé chez les élèves « la réaction d'oxydoréduction est un transfert d'électrons ».

Ces deux contraintes empiriques relèvent de l'assertorique puisqu'il s'agit d'une connaissance affirmée et non questionnée : les élèves sont en train de mobiliser un savoir scolaire qui est partagé par toute la classe.

Elles ont été mises en tension afin de construire la nécessité d'une réaction d'oxydoréduction. Cette nécessité relève de l'apodictique : il est nécessaire qu'une réaction d'oxydoréduction se produit pour que la pile fonctionne, et ceci ne peut pas être autrement « Le courant électrique est un transfert d'électrons » est un élément qui n'a pas été explicité dans les interventions des élèves, mais qui nous semble indispensable pour le maintien du débat.

Le tableau 5 illustre les différentes catégorisations de l'intervention de l'élève E1 lors de la construction de la nécessité d'une réaction d'oxydoréduction.

TABLEAU 5

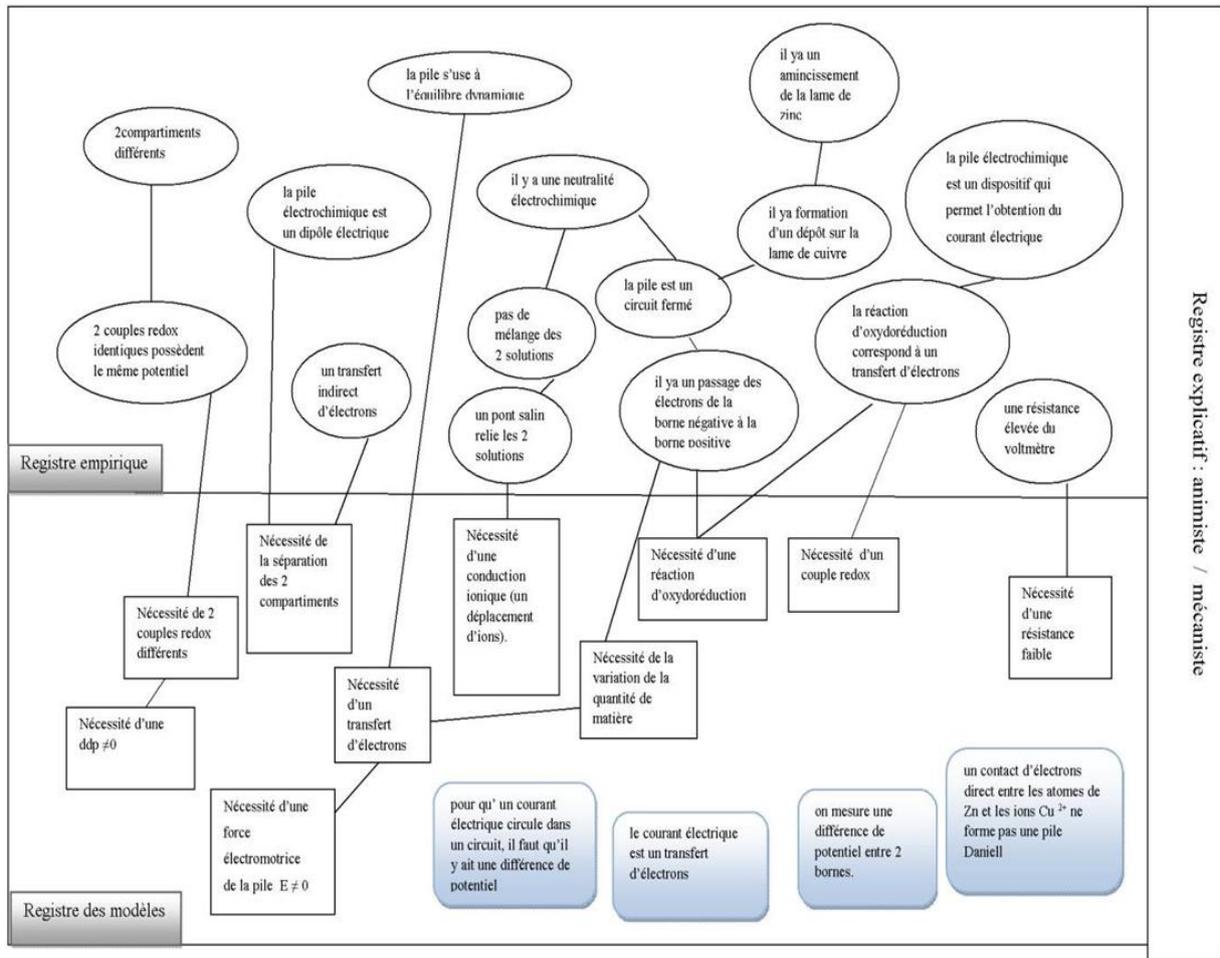
Les contraintes et les nécessités dans l'intervention de l'élève E1

Interventions	Catégorisations : Registres mobilisés	Interprétations : Contraintes et nécessités
2 E1 : « On sait que la réaction d'oxydoréduction est une réaction au cours de laquelle il ya des transferts des électrons, donc Daniell a pensé qu'on peut produire un courant électrique à partir de cette réaction, c'est pour cela, il a donné...la pile électrochimique c'est un dispositif qui peut...qui nous permet d'obtenir du courant électrique à partir d'une réaction d'oxydoréduction »	RE-RM	CE1 : la réaction d'oxydoréduction correspond à un transfert d'électrons. CE 2 : la pile électrochimique est un dispositif qui permet l'obtention du courant électrique. CM : nécessité d'une réaction d'oxydoréduction.

⁴ Le chiffre entre parenthèses correspond au numéro de l'intervention tel qu'il a été indiqué dans la transcription du débat.

Dans le but d’avoir une vue d’ensemble sur les problèmes et les savoirs établis lors du débat, et de repérer les différents registres mis en jeu, nous avons construit l’« espace de contraintes » ; c’est un espace organisé à partir des différentes contraintes et nécessités que nous avons discutés et décrites précédemment. Dans cet espace, on trouve les trois registres de l’activité scientifique : le registre empirique dans lequel sont mobilisés les faits observables et/ou expérimentés, le registre explicatif où sont organisés les explications et le registre des modèles où sont repérées les nécessités sur les modèles c’est-à-dire les conditions des possibles des explications données. Il est illustré dans la figure 1.

FIGURE 1



Espace de contraintes mis en jeu

-  Contrainte empirique
-  Nécessité sur les modèles
-  Contrainte théorique

CONCLUSION

Le présent travail s’inscrit dans le champ de l’apprentissage des sciences par problématisation où l’accès à un savoir scientifique se fait par une construction de raisons. Le débat scientifique constitue un moment privilégié pour les repérer.

L'analyse épistémique que nous avons menée nous a permis d'identifier les raisons des élèves appartenant au registre empirique (contraintes empiriques) et au registre des modèles (nécessités sur les modèles) qui ont été ensuite organisés dans un espace de contraintes.

Les résultats obtenus nous permettent de mieux comprendre le processus de problématisation lors d'un débat scientifique en classe, qui, dans le cas étudié, est caractérisé par une mobilisation forte des savoirs purement scolaires.

L'espace de contraintes que nous avons construit pourrait être un support pour les enseignants et leur formation. En progressant dans notre recherche, nous espérons élaborer un espace de contraintes « expert », des scientifiques ou des enseignants, les confronter et les comparer à celui des élèves.

Cette étude constitue une première tentative de penser la problématisation en sciences physiques. Elle constitue donc un point de départ vers une approche comparatiste entre didactiques disciplinaires.

RÉFÉRENCES

- Bachelard, G. (1934). *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris: Vrin.
- Bachelard, G. (1949). *Le rationalisme appliqué*. Paris: PUF.
- Deleuze G. (1969). *La logique du sens*. Paris: Les Éditions de Minuit.
- Dictionnaire Le Robert (1992). *Dictionnaire historique de la langue française*. Paris: Dictionnaires Le Robert.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris: PUF.
- Fabre, M. (2005). Introduction. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère Nouvelle*, 38(3), 7-10.
- Fabre, M., & Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, 24, 37-57.
- Lhoste, Y. (2006). La construction du concept de circulation sanguine en 3^{ème}. Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique. *Aster*, 42, 79-108.
- Martinand, J.-L. (1992). Présentation. In *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 7-22). Paris: INRP.
- Musquer, A. (2018). Problématisation et dispositif d'enseignement /apprentissage. *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 39, 167-186.
- Orange, C. (2000). *Idées et raisons : Construction de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en sciences de la vie et de la Terre*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en sciences de l'Éducation non publié, Université de Nantes, Nantes, France.
- Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'Éducation-Pour l'Ère Nouvelle*, 38(3), 69-94.
- Orange, C. (2007). Quel Milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la terre ? *Éducation et Didactique*, 1(2), 37-56.
- Peterfalvi, B., & Jacobi, D. (2003). Les interactions langagières entre processus et matériaux pour la recherche. *Aster*, 37, 3-15.
- Philippot, T. (2012). Enseigner à l'école primaire une géographie problématisée : Un défi ?. *Nouveaux Cahiers de la Recherche en Éducation*, 15(1), 21-34.
- Popper K. R. (1979). *La connaissance objective*. Paris: Aubier.
- Schneeberger, P., Robisson, P., Liger-Martin, J., & Darley, B. (2007). Conduire un débat pour

faire construire des connaissances en sciences. *Aster*, 45, 39-64.