Collaboration chercheur didacticien/enseignant et choix de l'enseignant en situation scolaire : une étude de cas en sciences de la Terre

Science education researcher/teacher collaboration and teacher's choices in classroom: a case study in Earth science

Denise Orange Ravachol

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ree/8713>

DOI : 10.4000/ree.8713

ISSN : 1954-3077

Éditeur

Nantes Université

Référence électronique

Denise Orange Ravachol, « Collaboration chercheur didacticien/enseignant et choix de l'enseignant en situation scolaire : une étude de cas en sciences de la Terre », *Recherches en éducation* [En ligne], HS1 | 2010, mis en ligne le 01 juin 2010, consulté le 01 avril 2022. URL : <http://journals.openedition.org/ree/8713> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.8713>

Recherches en éducation est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Collaboration chercheur didacticien / enseignant et choix de l'enseignant en situation scolaire : une étude de cas en sciences de la Terre

Denise Orange Ravachol¹

Résumé

Dans l'exercice de la classe, les choix de l'enseignant ne s'ajustent pas exactement à ceux qu'ils ont préalablement envisagés, même lorsque ceux-ci résultent de collaborations avec des didacticiens. Cela force à étudier de plus près ce qui organise la pratique enseignante. Nous le faisons en terminale scientifique (grade 12) pour deux enseignants travaillant le problème du fonctionnement d'une zone de subduction. Nous privilégions l'angle de la construction de savoirs scientifiques par problématisation, auquel souscrit l'équipe constituée par ces enseignants et deux didacticiens. Nous montrons que les collaborations enseignants-chercheurs portent les enseignants à faire problématiser leurs élèves mais que cette problématisation reste superficielle, fragmentée, et prompte à être brutalement abandonnée pour une logique de tri de la bonne solution. Les contraintes de la forme scolaire et l'épistémologie dominante de la communauté enseignante semblent déterminantes dans ces changements de régime.

En didactique des sciences, les recherches de signification (Astolfi, 1993) étudient des moments d'enseignement apprentissage pour en déterminer la cohérence et le sens qu'elles prennent pour l'enseignant et/ou pour les élèves. Elles donnent à voir un type d'articulation entre le monde de la recherche en didactique et le monde de la classe, et des collaborations entre chercheur (didacticien des sciences) et praticien (enseignant). Mais si les interprétations des situations d'apprentissage faites dans cet espace de collaborations gagnent en objectivité et permettent de construire des repères partagés, ce qui caractérise la pratique de l'enseignant et son évolution n'est jamais totalement en adéquation avec ce que l'enseignant en dit et ce que le chercheur met en valeur. Ce constat fait problème : sur quoi se fonde et par quoi se caractérise l'activité que développe l'enseignant dans la classe ? Que fait-il d'autre qu'il ne faisait pas jusqu'alors ? Que fait-il d'autre que ce qu'il a pensé faire ? Comment conjugue-t-il dans sa pratique ce qui relève de l'espace de collaborations et ce qui relève de son expérience ?

1. Cadre théorique et situation de nos travaux

Théoriquement, notre recherche s'appuie sur les travaux du CREN en matière de problématisation et sur les recherches que nous menons actuellement sur la mise en texte et les pratiques des savoirs². Elle prolonge les travaux que nous avons engagés sur les difficultés des enseignants à tenir de bout en bout la problématisation en classe de science et sur leur rapport au « vrai » dans la construction de savoirs scientifiques (Orange Ravachol, 2008). Les séquences d'enseignement auxquelles nous nous intéressons reposent sur des problèmes explicatifs : comment le « bras » peut-il plier ? Comment fonctionne

¹ Maître de conférences, IUFM des Pays de la Loire et membre du CREN, Université de Nantes.

² Notre étude s'intègre dans le projet de recherche « Mise en texte et pratiques des savoirs dans les disciplines scolaires » (2006-2009) dirigé par C. Orange et associant l'IUFM des Pays de la Loire, l'IUFM de Basse Normandie, l'IUFM d'Aquitaine et l'INRP.

un volcan ? Comment fonctionne une zone de subduction ? Etc. Ce sont des problèmes bien représentés dans les programmes des sciences de la vie et de la Terre de l'école au lycée. Leur travail permet de construire des textes de savoirs étroitement reliés à des pratiques théoriques, empiriques et langagières, pratiques qui peuvent être portées par deux logiques :

- une logique de réfutation caractérisée par la proposition et la filtration des solutions possibles aux problèmes explicatifs. Le texte final du savoir comporte en général les solutions du problème. Il peut contenir des arguments les validant, c'est-à-dire leur ayant permis de résister à la discussion et à la mise à l'épreuve par l'expérience et l'observation. Ce texte résulte donc d'un tri. Les solutions qu'il contient sont seulement vraisemblables et toujours susceptibles d'être réfutées (Popper, 1985). Rien ne les rend nécessaires, rien ne les rend vraies, tout au plus peuvent-elles devenir fausses.
- une logique de problématisation. Comme dans la logique de réfutation, le savoir scientifique comporte les solutions des problèmes explicatifs, avec les caractéristiques que nous avons rappelées. Mais il contient aussi les conditions de possibilité de ces solutions. En effet les pratiques génératrices de ce savoir visent à élaborer l'espace du problème par la mise en jeu et la mise en tension de contraintes empiriques et théoriques. Les solutions acceptables sont doublement dépendantes : elles répondent aux nécessités et elles sont à l'épreuve de l'empirie d'où des formes renouvelées du texte du savoir (Orange & Orange Ravachol, 2007).

C'est ce cadre théorique de la problématisation que nous faisons fonctionner dans nos travaux avec des enseignants volontaires. Au sein d'équipes de recherche plurielles (enseignants, formateurs, enseignants chercheurs didacticiens), nous élaborons des séquences d'enseignement-apprentissage visant à faire construire des savoirs problématisés aux élèves. Si toutes sont pensées collectivement avant leur opérationnalisation dans la classe, certaines d'entre elles font l'objet d'un accompagnement et d'une régulation après chacune de leurs séances, de façon à maintenir la pratique des savoirs dans un régime d'apodicticité où la recherche des solutions aux problèmes est toujours nécessairement couplée à un travail sur leurs raisons. Nous qualifions ces dernières de situations « forcées » (Orange & Orange Ravachol, 2007), par opposition à des situations où l'accompagnement est plus ponctuel et distant. Pour tous ces types de séquences, nous constatons que la mise en œuvre dans la classe donne à voir des choix de l'enseignant qui ne s'ajustent pas exactement à ses choix initiaux, qu'il les ait ou non forgés au sein d'une équipe.

Dans cette contribution, nous nous intéressons à ce qui organise la pratique et les choix de l'enseignant dans l'exercice des situations scolaires, avec la part de contingence qu'elles comportent. Nous privilégions l'angle de la construction de savoirs scientifiques par problématisation et nous nous appuyons sur le fonctionnement d'une équipe constituée de deux didacticiens des sciences et de trois professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) expérimentés exerçant en lycée ou en collège³. Nous nous limitons au cas des deux enseignants de lycée lorsqu'ils mettent en œuvre une séquence de sciences de la Terre en classe de Terminale scientifique (grade 12, élèves de 17-18 ans)⁴. Avant d'en venir à ce qui organise leur activité, présentons la séquence, en partie préparée par l'équipe, et précisons ses enjeux de savoirs.

³ Cette équipe est engagée dans le projet de recherche présenté dans la note 2.

⁴ Notre étude est un des volets de la recherche que nous conduisons sur les stratégies qu'adoptent des enseignants expérimentés et moins expérimentés dans l'exercice de la classe (on pourra se reporter notamment à Orange Ravachol, 2008).

2. Problème scientifique et séquence d'enseignement-apprentissage étudiés

■ Le problème scientifique choisi et la problématisation

La séquence que nous étudions est consacrée au fonctionnement d'une zone de subduction⁵. Elle se préoccupe plus particulièrement de l'origine du volcanisme des zones de subduction (le volcanisme Andin par exemple). Ce problème est traité dans le cadre de la théorie de la tectonique des plaques. Si son étude se fait dans une logique de problématisation, elle convoque et articule des contraintes empiriques (le manteau solide, des données expérimentales sur la fusion des roches, etc.) et des contraintes théoriques inhérentes au cadre de la tectonique des plaques (le concept de plaques, de zone de subduction, etc.) jusqu'au point d'établir la nécessité d'une production locale de magma à une certaine profondeur à l'aplomb des volcans des zones de subduction, et celle d'un mécanisme capable d'abaisser la température de fusion des roches mantelliques. Les relations entre les différentes contraintes peuvent être exprimées dans un schéma que nous appelons « espace de contraintes » (figure 1).

Figure 1 - Espace des contraintes envisageable pour le niveau Terminale scientifique (17-18 ans)

Les solutions du problème de l'origine du magma d'une zone de subduction sont donc tenues par des nécessités (des raisons) que les lycéens doivent construire dans un cadre mécaniste élaboré (la fusion d'un matériau rocheux sous le contrôle de plusieurs paramètres : la température, la

⁵ Dans le cadre théorique de la tectonique des plaques, où la partie superficielle de la Terre est subdivisée en plaques mobiles, une zone de subduction est une zone où une plaque s'enfonce sous une autre plaque. La bordure Ouest de l'Amérique du Sud (Andes) et le Japon correspondent à de telles zones.

pression et la présence d'eau) qui oblige à se défaire d'un raisonnement linéaire causal commun (où un seul paramètre, la température, ferait fondre).

■ ***La séquence en classe de terminale scientifique et le recueil de données***

Après que les élèves se sont approprié plusieurs caractéristiques des zones de subduction (phase 1), le professeur leur demande d'expliquer le fonctionnement de ces zones, et notamment l'origine du magma, en tenant compte de leurs caractéristiques (phase 2). Cela se fait d'abord individuellement puis en groupes. Vient après un temps de présentation et de confrontation des travaux des groupes (phase 3) puis la consultation d'un dossier d'« autocorrection » composé de documents pour repérer ce qui effectivement marche, ne marche pas, pose problème dans ce que les groupes ont proposé et discuté (phase 4). Une mise en commun ponctue ces travaux. Elle est complétée par le traitement de quelques problèmes plus spécifiques (l'origine de l'eau, la formation du prisme d'accrétion par exemple ; phase 5). Le texte terminal se compose d'un schéma de synthèse montrant le fonctionnement d'une zone de subduction et d'un texte polycopié remis aux élèves (phase 6). Ce texte est valable pour toutes les classes de l'établissement. Nous avons placé en annexe 1 les extraits de ce texte correspondant à l'origine du magma des zones de subduction.

3. Méthodologie de notre recherche

Les deux professeurs dont nous étudions la pratique enseignent depuis plusieurs années. Dans leurs classes, ils mettent l'accent sur les problèmes explicatifs, jugent important de ne pas en rester aux solutions

de ces problèmes, cherchent à faire construire par les élèves les raisons de ces solutions. En conséquence, ils donnent une place à l'expression et à la discussion des idées des élèves. Mais c'est depuis peu qu'ils mettent en place des débats. A leur demande, notre équipe⁶, à laquelle ils appartiennent, a surtout réfléchi à la préparation et au déroulement de ces moments (phases 2 et 3) : anticipation des types d'explications d'élèves possibles, formes de questionnement pouvant pousser les élèves au bout de leurs explications, et les confronter à des impossibilités ou à des nécessités de fonctionnement. Les présentations et débats (phase 3) ont fait l'objet d'enregistrements audio et vidéo. A ce corpus, s'ajoutent les productions écrites des élèves réalisées tout au long de la séquence, le texte final commun du savoir, les enregistrements des réunions de travail et un entretien d'auto-confrontation. Nous basons notre étude sur deux entrées.

La première privilégie l'analyse des productions langagières des élèves et des deux enseignants de façon à caractériser les savoirs scientifiques construits dans la classe et leur mode de construction. Les chercheurs didacticiens comme les deux enseignants partagent l'idée que ces productions sont des traces de l'activité intellectuelle des différents acteurs et des marques de leur pratique des savoirs. Nous portons attention à la trace écrite mémorisable parce qu'elle semble masquer des tensions. Comment en effet expliquer sa densité et sa concision au regard des activités qui l'ont précédée ? Partant de cette production élaborée, nous remontons aux productions écrites et orales qui la préparent (productions de groupes, enregistrement d'un débat). Des approfondissements épistémologiques étayent notre démarche.

Une deuxième entrée s'appuie sur les échanges en réunion et sur l'entretien d'auto-confrontation auquel s'est livré un des deux professeurs de l'équipe. Ses réactions concernent plus particulièrement le moment de débat portant sur les idées explicatives des élèves. Nous disposons des transcriptions du débat dans chacune des deux classes de Terminale S, de celles de l'entretien et des échanges en réunion.

Ces deux types d'approche doivent nous aider à voir dans quelle mesure ces enseignants permettent ou non aux élèves d'accéder à des savoirs problématisés, à identifier les moments

⁶ Rappelons que notre équipe est composée de didacticiens des SVT et d'enseignants de SVT.

critiques où ils ont fait des choix, à rechercher la part d'usage de procédures déjà maîtrisées (l'« expérience ») ou de production de nouveautés didactiques dans ces choix.

4. La trace mémorisable et la problématisation

La trace écrite mémorisable, donnée sous une forme photocopiée, est commune à toutes les classes de l'établissement. L'annexe 1 fournit l'extrait relatif au problème de l'origine du magma d'une zone de subduction. Puisque nous portons attention aux aspects explicatifs des problèmes, dégageons de ce texte les

processus permettant d'obtenir du magma dans les zones de subduction. Sont en jeu le déplacement, les transformations minéralogiques et la déshydratation des roches de la plaque océanique subduite, la fusion partielle du manteau de la plaque lithosphérique chevauchante, la formation de roches magmatiques (volcaniques et plutoniques) au niveau de la zone de subduction. Au vu de la problématisation pouvant être faite au niveau Terminale scientifique pour un tel problème (figure 1), et sans prétention d'exhaustivité, le texte de savoir distribué par les enseignants appelle plusieurs remarques.

- Nous savons que nombre de lycéens ont tendance à considérer le manteau comme une enveloppe terrestre chaude et liquide. Ce texte peut les conforter dans cette conception : il parle de « *manteau chaud et ductile* ». De là à penser qu'il est en partie fondu, il n'y a qu'un pas. Si une réserve mantellique importante semble exister, la production locale de magma a peu de chance d'être vue comme un problème.

- Admettons cependant que les élèves adhèrent à l'idée qu'il faille produire du magma. Il paraît difficile au vu de ce texte qu'ils mettent en jeu des contraintes empiriques telles qu'une fusion sous le joug de plusieurs paramètres. Ce texte encourage seulement l'abandon d'un paramètre, la température bien basse ici, pour un autre, l'eau, qui deviendrait déterminant. Cette substitution de paramètre cantonne dans de la causalité simple (Viennot & Debru, 2003 ; Orange Ravachol, 2007), de laquelle il faudrait pourtant se soustraire.

- A y regarder de plus près encore, il nous semble que la teneur de ce texte contribue à transformer de l'extraordinaire en ordinaire : « *lorsque vous rencontrez une exception à l'ordinaire, et que vous demandez à quelqu'un d'expliquer ce qui arrive, la réponse consistera presque toujours en une histoire qui propose une raison (ou mentionne une intention)* », écrit Bruner (1991, pp.62-63) et il ajoute « *l'histoire sera invariablement la description d'un monde possible où l'exception rencontrée peut faire sens, avoir une "signification"* ». N'est-ce pas ce qui se passe pour l'eau ? On parle de réactions chimiques, qui plus est se faisant en milieu solide, et qui libèrent des quantités considérables d'eau. Oui, mais elles sont « *extrêmement lentes* ». Avec du temps long, tout devient possible. Mais c'est un temps long « magique », bien différent de celui des géologues.

Paradoxalement ce texte d'apparence très riche en données scientifiques porte des ambiguïtés qui peuvent empêcher les élèves de convoquer le problème majeur travaillé dans ce chapitre (la fabrication de magma) et s'ils le font de le construire dans le registre du sens commun, dans la mesure où il cache des mises en histoire et des raisonnements (principe des compensations, temps long magique) caractéristiques de celui-ci.

5. La formation de magma, un problème pour les deux professeurs, pas pour les élèves

La formation locale de magma est fortement détaillée dans la trace de synthèse du chapitre (annexe 1). Remontons dans la séquence et voyons quand, comment et par qui le problème est pris en compte et plus

précisément comment les élèves s'en emparent. Dans cette tâche, les productions initiales des groupes d'élèves (phases 2 et 3) sont informatives. Elles sont de deux grands types :

Type 1 - Le magma n'est pas un constituant banal des entrailles de la Terre. Il s'en forme en des lieux particuliers sous l'effet d'une hausse significative de la température.

Type 2 - L'intérieur de la Terre (le noyau ou une enveloppe mantellique) contient une réserve importante de magma. Le problème de la formation de magma ne se pose donc pas, au contraire de celui de sa remontée.

Voici deux productions de groupe (affiche et présentation à la classe) illustrant cette typologie. Elles sont prises dans la classe du professeur 2. Elles pourraient tout autant l'être dans celle du professeur 1.

Figure 2 - Les deux grands types d'explication du volcanisme des zones de subduction des élèves de Terminale S (grade 12, 17-18 ans)

<p style="text-align: center;">Type 1</p> <p>David (classe 1, élève du groupe 1)</p> <p>(20) Alors cette plaque-là s'enfonce et la roche va fondre enfin c'est ce que je pense, la roche va fondre, va remonter former une chambre magmatique, cela va donner lieu à des volcans voilà....</p> <p>(66) Bien en fait, arrivé au centre de la terre plus on s'enfonce dans la Terre plus c'est chaud et il va arriver un moment où la roche elle va fondre⁷ et cela va créer du magma et cela va peut-être remonter.</p>	<p style="text-align: center;">Type 2</p> <p>Alexis (classe 1, élève du groupe 2)</p> <p>(94) Donc pour expliquer le volcanisme euh donc cela part de la poche magmatique euh où il y a de la roche en fusion donc cela forme le magma qui monte qui remonte à la surface euh cela fait le volcan euh à la surface à la surface de la terre par contre on ne sait pas trop expliquer pourquoi le volcan est à cet endroit là et comment la poche magmatique est formée à l'origine.</p> <p>L'affiche indique que « le volcanisme est issu d'un point chaud. La pression fait remonter le magma à la surface.</p>

Le groupe 1 (classe 1) produit du magma par fusion de la plaque plongeante qui se réchauffe. Sur l'ensemble des deux classes que nous considérons, quatre groupes adoptent ce type d'explication. Le groupe 2 (classe 1) raisonne avec du magma tout fait situé dans les profondeurs de la Terre. Onze groupes, soit une grande majorité des lycéens, raisonnent de cette manière. Malgré les enseignements de Première scientifique, bon nombre d'élèves en restent donc à l'idée de magma préexistant dans les profondeurs de la Terre (pour eux la formation de magma ne fait

⁷ Surligné par nous.

pas problème) ou, mais ils sont beaucoup moins nombreux, à une production de magma par fusion de roches sous l'effet d'une augmentation de température (autrement dit sous l'influence d'un seul paramètre).

Tableau 1 - Classement des groupes d'élèves de deux classes de Terminale scientifique (grade 12) selon le type d'explication du volcanisme des zones de subduction

	Type 1 (fusion de roches) exemple : groupe 1 (classe 1)	Type 2 (magma tout prêt) exemple : groupe 2 (classe 1)
Classe 1 (professeur 1)	2	5*
Classe 2 (professeur 2)	2	6
Total (sur 16 groupes)	4	11

* un groupe reste dans l'expectative

6. La problématisation de la formation de magma

Nous venons de le voir, même en Terminale scientifique, le problème de la formation du magma est davantage un problème de professeur qu'un problème d'élèves. Intéressons-nous maintenant aux interventions des deux enseignants dans les débats

(phase 3). Alors qu'ils sont impliqués dans une équipe de recherche réfléchissant à la construction de savoirs scientifiques problématisés, quel travail de ce problème engageant-ils dans leur classe et quelle logique (problématisation, réfutation, etc.) gouverne ce travail ?

■ Au cours du débat, des moments de problématisation

En phase 3 de la séquence, nous remarquons que les deux enseignants enchaînent les passages des groupes sans faire de véritable lien autre qu'organisationnel entre eux. Nous pensons pouvoir d'abord lier ce choix à un minutage très serré de la séance : en effet les temps de passage des groupes ne sont jamais très longs (ainsi par exemple pour une des deux demi-classes du professeur 1 nous obtenons : 7 mn, 10 mn, 10 mn, 7 mn ; et pour une des deux demi-classes du professeur 2 : 7 mn, 14 mn, 10 mn, 14 mn). Nous constatons également que ces passages d'un groupe à un autre viennent après que les réponses des groupes sont portées à leurs limites ou que la classe a semble-t-il épuisé ses questions ou ses aides.

Nous notons aussi que dans les temps de débats, les professeurs 1 et 2 se positionnent sporadiquement sur de l'apodictique⁸, en encourageant la construction d'impossibilité et de nécessité. C'est la marque d'un engagement dans un processus de problématisation. En voici quelques exemples.

Alors que les échanges portent sur l'explication du groupe 4 (classe 1, professeur 1), qui fait remonter du magma à la suite du heurt d'une poche de magma par la plaque subduite, le professeur 1 reprend à l'intention de toute la classe la réaction de l'élève David, du groupe 1 (classe 1 ; voir la figure 2), qui assimile cette rencontre plaque-poche à un énorme coup de chance.

409. Professeur 1. *Non mais David, David lui, David dit que c'est juste un coup de chance qu'il y ait juste à cet endroit-là une poche magmatique et qu'à cet endroit-là la plaque plonge. En gros c'est ça. Il faut un coup de bol quand même pour que les deux se retrouvent à un moment. Or, il*

⁸ Nous voulons dire ainsi que les professeurs ne se contentent pas de la recherche d'une solution au problème. Ils accordent de l'importance aux raisons de cette solution. Pour eux, savoir n'est pas seulement « savoir que », c'est aussi « savoir pourquoi cela ne peut pas en être autrement ».

y a quand même du volcanisme tout le long, en limite de toutes les plaques. Est-ce que c'est un coup de bol comme ça pour toutes les plaques ?

Cette intervention du professeur oblige la classe à penser qu'un tel processus (le heurt plaque/poche) devrait concerner la bordure de toutes les plaques convergentes, ce qui a pour conséquence d'orienter les élèves vers une impossibilité de fonctionnement et de pousser le groupe à aménager son modèle : la plaque plongeante perturberait une réserve magmatique plus profonde et plus étendue. Mais le débat n'est pas pour autant clos puisqu'aussitôt, le professeur pointe le caractère contingent de la nouvelle proposition :

420. Professeur 1. *Pourquoi il n'y aurait pas de volcanisme sur l'autre plaque ?*

Cette nouvelle intervention met de nouveau la classe dans l'embarras. Ce faisant, nous avons de bonnes raisons de penser qu'il conduit les élèves à une autre impossibilité de fonctionnement.

Nous trouvons un fonctionnement comparable chez le professeur 2, notamment lorsqu'il valorise des remarques d'élèves mettant en doute une remontée localisée de magma. Ainsi reprend-il celle que Justine adresse au groupe 1 :

17. Justine. *S'il y avait du magma partout, il y aurait des volcans partout.*

18. Professeur 2. *S'il y avait du magma partout, il y aurait des volcans partout.*

Ce à quoi le groupe concerné rétorque : *Ben non parce qu'il n'y a pas des subductions partout.* Mais le professeur 2 insiste encore, conduisant ainsi la classe vers un fonctionnement impossible :

20. Professeur 2. *Il n'y a pas de subduction partout, ça c'est sûr. Si on imagine qu'il y a du magma tout autour du noyau, pourquoi est-ce qu'il remonterait, comme le dit Justine, juste sous les zones de subduction ? Pourquoi il remonterait là ?*

■ Au cours et à la fin du débat, des passages en force entravant la problématisation

A côté d'interventions des professeurs propices à l'élaboration par les élèves de nécessités ou d'impossibilités de fonctionnement, nous en trouvons d'autres qui entravent la problématisation. Voici quelques procédures qui l'attestent.

• Des substitutions de vocabulaire

Considérer que le manteau est solide est une contrainte empirique forte dans la construction de la nécessité d'une fabrication locale de magma au niveau des zones de subduction (figure 1). Comment le professeur la prend-il en compte pour faire de la fabrication du magma dans les zones de subduction un véritable problème, ce qui n'est pas le cas au départ pour bon nombre d'élèves (voir plus haut la section 5) ? L'écrit de synthèse (annexe 1) affirme que le manteau est « *chaud et ductile* ». Que dit-on du manteau au cours des débats ? Prenons le cas de la classe du professeur 1. Des élèves disent qu'il est un lieu où plonge la plaque subduite (409, 423, 425), qu'il pourrait être une réserve de magma préférable au noyau (414), que dans sa partie sous les plaques, appelée asthénosphère, il serait mou (301). Quand convoque-t-on alors la ductilité d'un matériau ou d'une enveloppe terrestre ? Dans deux épisodes distincts du débat et sous la responsabilité du professeur 1.

- Dans les échanges qui font suite à la présentation du groupe 2 (classe 1), c'est-à-dire très tôt dans le débat, le professeur introduit le qualificatif de « ductile » au sujet de la plaque plongeante. Écoutons-le.

69. P1. *À cet endroit, comment est la plaque alors là? La plaque subduite, comment elle est cette plaque ici, là? Vous mettez des pointillés donc c'est-à-dire qu'elle est comment?*
 70. E (élève). *Pour moi, elle commence à fondre.*
 71. P1. *Elle est en train de fondre donc elle est comment, elle est...*
 72. D (David). ***Elle est mi solide mi liquide.***
 73. P1. *Mi solide*
 74. D. *Comment cela s'appelle ?*
 75. P1. ***Elle est ductile***⁹
 76. D. *Ductile. Oui c'est ça.*
 77. P1. *Ca c'est le mot. Ductile, d'accord.*

- Le qualificatif de « ductile » est introduit une deuxième fois à la fin du débat associé à la présentation du groupe 4. C'est encore le professeur qui l'introduit, cette fois-ci au sujet de l'asthénosphère :

301. A (Anaïs). *La lithosphère c'est rigide et l'asthénosphère c'est plutôt mou.*
 302. P1. ***C'est ductile, ça veut dire quoi ductile?***
 303. L (Ludivine). *C'est mou*
 304. P1. ***C'est pas mou cela ressemble à un caramel, hein le carambar que vous mangez, que vous avez tenu dans votre main. C'est bien rigide mais vous êtes capables de tendre et est-ce que cela se casse?***
 305. E. *Non.*
 306. P1. *Non donc c'est ça ductile.*

Au final nous avons :

Tableau 2 - L'emploi du qualificatif « ductile » dans un débat en classe de terminale scientifique (grade 12)

Dans :	Le débat (groupe 1)	Le débat (groupe 3)	L'écrit de synthèse
« Ductile » concerne :	La plaque plongeante	L'asthénosphère (où plonge la plaque plongeante)	Le manteau (où plonge une portion rigide de la lithosphère)
« Ductile » se substitue à :	Mi-dur - mi-mou	Mou	

« Ductile » s'applique donc à plusieurs entités (plaque ou manteau sous-jacent) et se substitue à plusieurs qualificatifs (mi dur – mi mou ; mou). Nous ne sommes pas loin de penser que son emploi par le professeur entrave la problématisation¹⁰ qu'il tente de faire par ailleurs, en cantonnant les élèves dans l'idée d'un manteau avec des propriétés mécaniques le rapprochant plus d'un liquide que d'un solide, ce que pensent déjà les élèves.

- *Des mises à l'écart de problèmes du programme scolaire du niveau d'enseignement antérieur*

C'est particulièrement net pour le professeur 2 : dans le travail du problème de la formation du magma d'une zone de subduction, dès qu'un problème du programme de la classe antérieure (grade 11, Première S) surgit, il le repère comme tel mais sans aller plus loin, sans chercher à voir de quelle manière il s'articule au problème en travail et sans se préoccuper de la façon selon laquelle les élèves le re-convoquent. En voici des traces.

⁹ Surligné par nous.

¹⁰ De même que son recours à une analogie renvoyant à l'expérience commune (le carambar) entrave aussi la problématisation.

A propos des caractéristiques des plaques :

22. P2. *Epaisse ! Et qu'est-ce qui peut faire qu'une lithosphère océanique est plus épaisse qu'une autre ? **Cours de première S** ?... **Vous vous souvenez**¹¹ de comment est dessinée votre plaque océanique de part et d'autre de la divergence ? Elle est de plus en plus ?*

23. J. *Epaisse.*

24. P2. *Et pourquoi ?*

25. J. *C'est l'accumulation des sédiments.*

26. P2. *Et non les sédiments ils sont au-dessus. Ah ! Ah ! **Cours de première S** !*

A propos des propriétés de l'asthénosphère :

88. P2. *Mou ce n'est peut être pas le terme qu'on vous a appris quand même.*

89. Hadrien. *Malléable*

90. P2. *Ductile, alors là c'est **votre cours de première S**... Est ce que l'asthénosphère est cassante ? Est-ce qu'elle est suffisamment rigide pour casser ? Donc il nous faut **le cours de première S**. Pour vérifier. (Les élèves discutent entre eux) ; est-ce que vous avez d'autres questions à leur poser ? Bon alors merci, on prend l'affiche suivante.*

- *A la fin du débat, un rabat sur une logique de preuve*

Lorsque nous étudions ce qui suit le débat, c'est-à-dire la bascule vers le travail documentaire et la fonction de ce travail documentaire, nous assistons chez les deux professeurs à un véritable changement de régime. D'entrée de jeu, le professeur 1 par exemple oblige sa classe à lister ce dont on est sûr et les questions que l'on se pose. La mention des désaccords est un temps évoquée, mais c'est tout, et rien n'est repris des argumentations du débat :

P1. *Peut-être qu'on va arrêter un petit peu la présentation des schémas. Vous êtes d'accord sur certains points. Vous êtes en désaccord... On voit bien le gros doute. Alors, est-ce qu'on pourrait faire une petite liste sur ce dont on est, sur ce dont vous êtes d'accord ? Sur vos interrogations, sur les mots à clarifier. Alors je vous écoute. Vous retournez à vos places. On liste.*

Pour le problème du volcanisme, la liste inscrite au tableau ne porte pas trace de l'état de certaines questions ou de certaines avancées du débat : des points d'accord entre élèves sont négligés (du magma tout fait en profondeur par exemple) ; il n'y a pas de mention faite aux impossibilités ou aux nécessités construites, alors que des interventions d'élèves pourraient les rappeler, et que des problèmes se sont posés lorsqu'elles ont été travaillées (« *Pourquoi le volcanisme il se fait que sur la plaque chevauchante et pas sur la plaque plongeante ?* ») ;

Tableau 3 - La part du magmatisme des zones de subduction dans la trace inscrite au tableau par le professeur à la fin du débat

Ce que nous pensons - Volcanisme de la plaque chevauchante	? = questions - Origine du magma - Pourquoi le volcanisme se fait uniquement sur la plaque chevauchante
--	---

Notons enfin qu'au terme de l'établissement de la liste et en s'appuyant sur des supports documentaires, le professeur demande explicitement aux élèves de « *vérifier si ce que vous pensez est vrai ou si vous allez lire et apprendre le contraire et, à l'aide des documents, vous devez répondre à tout ça, à toutes vos questions, ça va, vous comprenez ? Vous allez reformer vos groupes et à partir des documents, vous me travaillez tous ces points-là* ». Il n'y a pas de

¹¹ Surligné par nous.

doute, le temps sur documents se place davantage au niveau des solutions du problème qu'au niveau des nécessités soutenant ces solutions. Les élèves ont en charge d'extraire des énoncés vérifiant certaines de leurs idées. Dans une logique de recherche de « preuve » réduite à sa plus simple expression, le travail documentaire permet de dégager la solution « vraie ».

Le professeur 2 quant à lui bascule vers le travail documentaire après avoir résumé, en face des données empiriques à prendre en compte, les propositions explicatives faisant ou non consensus. La consigne donnée aux élèves est alors « *Dans chaque document (de) recherchez les informations qui vous permettent de compléter, corriger, ou valider votre modèle* ». La phase 3, avec ses îlots de problématisation, laisse donc la place à une phase 4 où il s'agit de produire un modèle correct et valide. Comme chez le professeur 1, ce sont le valide (et le « vrai ») qui importent.

En résumé, cette étude de cas montre que, dans les moments de débat, les deux enseignants parviennent à engager les élèves dans une problématisation. Il nous semble même qu'ils sont déterminants dans cette tâche, dans une sorte de rôle de tiers (Plantin, 2005 ; Orange & al., 2008) : ce sont eux qui bien souvent commencent à pointer des paradoxes, ce sont eux qui les mettent en valeur lorsqu'ils sont soulevés par des élèves, ce sont eux qui pointent le problème. Cette étude montre aussi que ces professeurs n'installent que superficiellement les élèves dans la construction des contraintes et des nécessités, parce que d'une part ils ne semblent pas prendre à sa juste mesure l'une d'entre elles, la contrainte empirique du manteau solide, et parce que d'autre part, les ébauches de problématisation faites dans les débats ne sont pas vraiment reliées. Ce qui surprend enfin est le passage brutal d'une phase problématisante à une phase gouvernée par la prise d'importance de la preuve et de la recherche du vrai. Dans une classe à examen comme la Terminale scientifique, ce changement de cap porte sans aucun doute l'empreinte des exigences de l'institution et de la posture épistémologique dominante des enseignants de SVT.

■ **Un débat sous « tensions »**

Lors d'une réunion de travail de notre équipe de recherche, nous avons visionné des moments de débat (phase 3) tenus dans la classe du professeur 2. Cela s'est limité au passage de deux groupes d'élèves. Le professeur 2 pouvait interrompre le déroulé du DVD lorsqu'il le jugeait opportun et faire des commentaires. Les autres membres de l'équipe pouvaient lui poser des questions. En quoi les propos de l'enseignant 2 éclairent-ils davantage ses choix pendant la présentation/débat ? Dès à présent, il est possible de tirer plusieurs enseignements de cet entretien d'auto-confrontation.

Le professeur obéit à un système de tensions qu'il essaie de contrôler tant bien que mal pour que la séance « avance ». D'un côté il admet que le débat peut contribuer à l'apprentissage, d'un autre il veut que les élèves participent et apprennent en un temps record. D'où ses recadrages orientés, ses mises à l'écart de propos, sa crainte des « blancs » (des silences) qui sont des lieux de tous les risques et dont on peut douter de la productivité. Dans l'entretien d'auto-confrontation, nous en avons des traces.

P2. « *Là, c'est pareil. J'aurais bien voulu que les questions viennent des... de l'élève. Mais elles viennent pas et j'ai pas envie de laisser passer cette histoire de remontée de magma... Je suis pas sûre que les autres élèves se soient posé la question... Mais comme je vais en avoir besoin après... en espérant que les groupes vont discuter de ça.* »

P2. « *Dans tout ce que j'ai, dans ce qu'il me reste des transcriptions, l'idée que j'en ai c'est quand même qu'à chaque fois, j'oriente vraiment mes questions sur ce qu'on est censé faire en Terminale en un temps limité. Alors qu'il y a sûrement des gros points de Première qu'il aurait été bien de reprendre, certainement* ».

Voici une autre trace, qui atteste d'une ouverture du débat sur des propositions d'élèves auxquelles l'enseignant n'a pas pensé et qu'il écarte sans même s'en rendre compte. Pour

expliquer les reliefs des zones de subduction, l'élève Justine se réfère à l'accumulation de sédiments. Instinctivement le professeur 2 néglige cette proposition. Voici ce qu'il en dit *a posteriori*.

« Bon, alors là, j'ai, j'ai complètement zappé l'intervention de Justine... Oui, parce que pour elle l'accumulation de matière ça se fait forcément des dépôts sédimentaires et je me rends compte que... je reviens complètement à l'idée qu'a dit François et... j'aurais pu leur demander de lui expliquer pourquoi dans ce cas-là c'était pas une question de roche sédimentaire. Ah ! Je l'ai complètement laissée tomber, hein... J'imagine que ça devait pas me convenir sur le moment qu'elle nous embarque sur les roches sédimentaires. »

Conclusion

Nous cherchions à préciser ce qui organise les choix des enseignants dans le contexte de la classe, à caractériser leurs rapports à la problématisation, à saisir les logiques nouvelles qu'ils adoptent. Nous avons conduit notre étude sur le cas de deux enseignants intégrés dans des équipes où de telles réflexions se tiennent. Quels éléments de bilan pouvons-nous mettre en valeur au terme de cette étude ?

Il nous paraît tout d'abord possible de caractériser l'activité des deux enseignants comme l'assemblage de deux logiques successivement (à certains moments simultanément) à l'œuvre : une logique de problématisation balbutiante puis (et) une logique de tri de la bonne solution (la solution vraie) par la preuve (figure 3).

Figure 3 - Les logiques des deux enseignants étudiés

Zones hachurées : phase comprenant des moments de problématisation

Zone en entonnoir : phase organisée par une logique de tri de la bonne solution par la preuve

Zone grise : texte final du savoir (classe de quatrième et classe de Terminale S)

Faire de la construction du savoir scientifique en classe une problématisation est donc possible mais non aisé, même lorsqu'il s'agit d'enseignants réfléchissant et travaillant dans ce cadre. Pourquoi assiste-t-on chez eux à l'abandon rapide du régime de problématisation ? Si ces enseignants de lycée, expérimentés et engagés dans des équipes de recherche (Vérin, 1998), ne tiennent pas la problématisation, s'ils rompent brutalement avec elle à un moment donné, c'est en partie par choix, au vu de contraintes didactiques et épistémologiques fortes en classe de Terminale scientifique : examen de fin d'année, temps court des enseignements, épistémologie

dominante des enseignants de sciences. Il reste que leur façon de la mettre en œuvre pose question, notamment en ce qui concerne la construction et la stabilisation des contraintes et des nécessités. Du côté du professeur, faut-il y voir les effets d'un manque d'expérience dans la pratique des savoirs ou de la conduite des débats dans la classe ? Du côté des élèves, y a-t-il une vraie difficulté à aller plus loin dans la problématisation parce que leur assise scientifique ne serait pas suffisamment étoffée ? Du fait des attentes de l'institution et de la communauté des enseignants de SVT, ne faut-il pas voir dans les essais de problématisation et le rabat sur la recherche du vrai le souci d'innover du professeur mais aussi sa réticence à le faire de manière trop poussée parce que ces innovations, qui constituent un investissement intellectuel fort pour les élèves et pour le maître et qui se mettent difficilement en texte, ne seront pas forcément reçues à leur juste mesure ? Ce sont autant de questions que nous approfondissons encore dans les équipes de recherche que nous animons et où s'impliquent des enseignants. Pour alimenter notre réflexion, la construction, la mise en œuvre et l'analyse de situations « forcées » (Orange & Orange Ravachol, 2007) s'avèrent particulièrement fécondes.

Bibliographie

ASTOLFI J.-P. (2003), « Trois paradigmes pour les recherches en didactique », *Revue Française de Pédagogie*, n°103, avril-mai-juin 1993, pp.5-18.

BRUNER J. (1991), *Car la culture donne forme à l'esprit*, Paris, Eshel.

ORANGE C., LHOSTE Y. & ORANGE RAVACHOL D. (2009), « Argumentation, problématisation et construction de concepts en classe de sciences », *L'argumentation en classe de sciences*, C. Buty & C. Plantin, Lyon, INRP.

ORANGE C. & ORANGE RAVACHOL D. (2007), « Problématisation et mise en textes des savoirs scolaires : le cas d'une séquence sur les mouvements corporels au cycle 3 de l'école élémentaire », *Actes des 5èmes rencontres scientifiques de l'ARDIST. La Grande Motte*, octobre 2007 (disponible sur <http://ardist.aix-mrs.iufm.fr/>, consulté le 21 mai 2010).

ORANGE RAVACHOL D. (2007), « Des mises en histoire aux savoirs scientifiques : le cas de lycéens confrontés à quelques problèmes de tectonique des plaques », *ASTER*, n°44, pp.41-68.

ORANGE RAVACHOL D. (2008), « La problématisation et le vrai en classe de sciences », *Actes du 5è Colloque international Problema*, Rhodes, 12-14 juin 2008.

PLANTIN C. (2005), *L'argumentation*, Paris, PUF, Que sais-je ?

POPPER K.R. (1985), *Conjectures et réfutations*, Paris, Payot (1972).

ROQUEPLO P. (1974), *Le partage des savoirs, science, culture, vulgarisation*, Paris, Seuil.

VERIN A. (1998). « Enseigner de façon constructiviste, est-ce faisable ? », *ASTER*, n°26 (disponible sur : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/8695>, consulté le 21 mai 2010).

VIENNOT L. & DEBRU C. (2003), *Enquête sur le concept de causalité*, Paris, PUF.