

LE RAPPORT AU « VRAI » DES ENSEIGNANTS EN CLASSE DE SCIENCES

Denise Orange Ravachol

Université de Nantes, CREN
IUFM des Pays de la Loire
4, Chemin de Launay Violette, BP 12227
F-44322 Nantes
denise.orange@univ-nantes.fr

Mots-clés : enseignant, problématisation, possible/nécessaire, savoir scientifique, vrai/faux

Résumé. En France, les textes institutionnels récents relatifs à l'enseignement des sciences promeuvent l'engagement des élèves dans des démarches d'investigation et légitiment ouvertement les débats visant à une modification de leurs conceptions initiales. On pourrait s'attendre à ce que ces préconisations renouvellent les formes de savoirs scientifiques construits à l'école, trop souvent réduits à des textes énonçant des vérités et déconnectés des problèmes dont ils émanent. En nous plaçant dans le cadre théorique de la problématisation, c'est le « rapport au vrai » d'un enseignant que nous étudions, dans le cadre d'un débat portant sur l'explication du volcanisme des zones de subduction (classe de terminale scientifique, élèves de 17-18 ans). Nous montrons que si l'enseignant est capable d'engager les élèves dans la construction de nécessités contraignant les solutions de ce problème, il poursuit une logique de rabat de leurs productions langagières vers un texte du savoir limité à la solution « vraie ».

1. Introduction

Notre étude part de la mise en cause de la nature propositionnelle des savoirs habituellement construits à l'école, «une image traditionnelle du savoir», écrit Jean-Pierre Astofi (2005, p.74), «comme un texte qui énonce des vérités, et se décline en propositions indépendantes, déconnectées de leur contexte problématique». On pourrait s'attendre à ce que les textes institutionnels français récents (socle commun des connaissances et des compétences, 2006 ; programmes d'enseignement, 2008) détournent les enseignants de cette tendance. En sciences, ils promeuvent en effet l'engagement des élèves dans des démarches d'investigation et, s'ils accordent toujours de l'importance aux pratiques expérimentales, ils légitiment ouvertement les confrontations et les débats visant à une modification de leurs conceptions initiales. De fait, davantage d'enseignants (école, collège, lycée) prennent en compte ces conceptions et organisent des débats (Schneeberger & al., 2007), mais avec une tendance à vouloir éradiquer certaines conceptions, de peur que les élèves se complaisent dans l'erreur, et avec le souci de faire construire par la classe un texte scientifiquement irréprochable. C'est ce « rapport au vrai » des enseignants en classe de sciences que nous nous proposons d'étudier à partir de l'étude d'un cas. Notre étude s'inscrit dans le cadre théorique de la problématisation et porte sur l'enseignement d'un problème géologique, le volcanisme des zones de subduction, traité en terminale scientifique (élèves de 17-18 ans)

2. Le cadre théorique de la problématisation

Les travaux de Jacob (1981) et de Popper (1985, 1991) nous permettent de rappeler deux caractéristiques importantes des savoirs scientifiques : leur nature explicative ; leur construction davantage au service du travail des problèmes que de la recherche de solutions.

2.1 La problématisation et la nature des savoirs scientifiques

Pour caractériser l'activité scientifique, nous nous plaçons dans le cadre théorique de la problématisation (Fabre, 1999 ; Orange, 2002). Dans cette approche le savoir scientifique est lié à la construction de problèmes explicatifs et ne peut donc pas correspondre aux seules solutions des problèmes : il est nécessairement porteur des conditions de possibilité de ces solutions. Prenons l'exemple du problème du volcanisme des zones de subduction (Andes, Japon notamment), au programme de la terminale scientifique (élèves de 17-18 ans), que nous approfondirons plus loin dans cette communication.

Le travail de ce problème se fait dans le cadre théorique de la tectonique des plaques¹, avec ce qu'il mobilise de concepts (plaques, zone de subduction, etc.), de principes structurants (le principe de l'actualisme notamment) et de types de raisonnement (en particulier le mode de pensée mécaniste). La construction des conditions de possibilité du modèle explicatif prévaut sur celle du modèle, vu comme solution du problème explicatif. Cette construction consiste en une exploration et une mise en tension de contraintes, empiriques² et théoriques inhérentes à la tectonique des plaques, dont l'articulation conduit à établir la nécessité d'une production locale de magma à une certaine profondeur à l'aplomb des volcans des zones de subduction et à celle d'un mécanisme capable d'abaisser la température de fusion des roches mantellières. C'est cette problématisation que tente de décrire l'espace des contraintes de la figure 1.

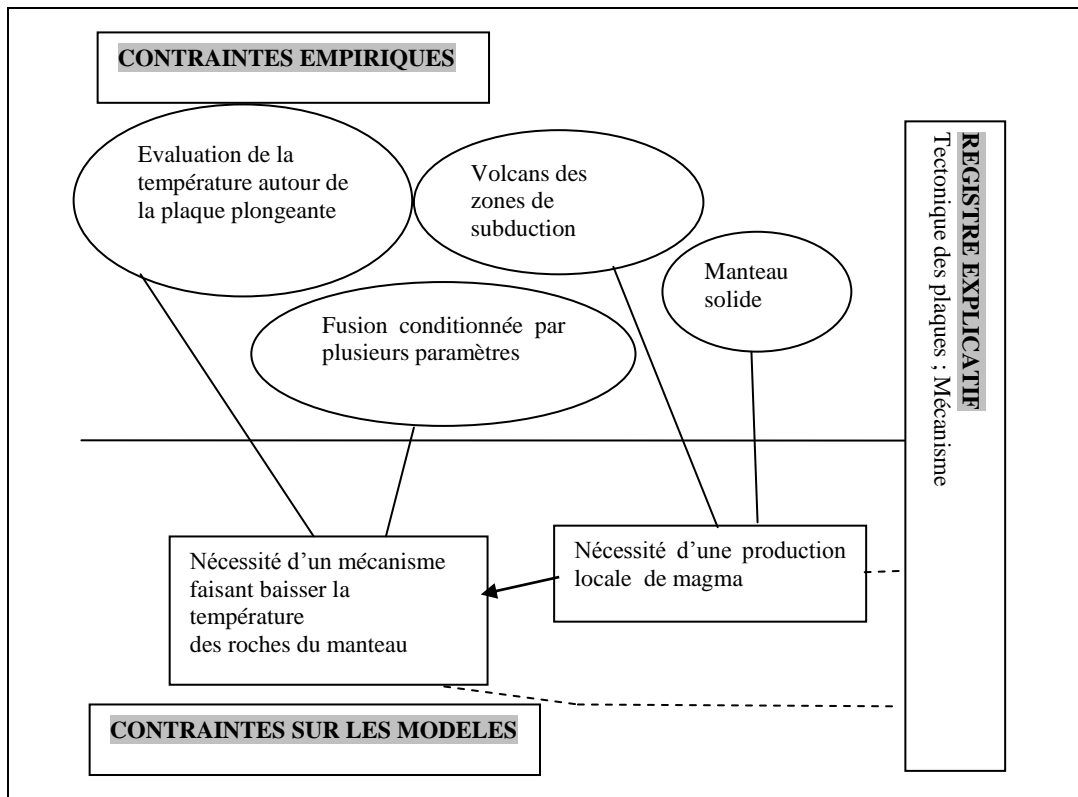


Figure 1 : Espace des contraintes envisageable pour le niveau terminale scientifique (17-18 ans) et pour le problème du volcanisme des zones de subduction

¹ Le cadre théorique de la tectonique des plaques fait l'unanimité des chercheurs actuels. Le problème de la formation du magma des zones de subduction relève donc du fonctionnement d'une science normale (Kuhn, 1983).

² Le manteau solide, des données expérimentales sur la fusion des roches, etc.

2.2 La problématisation et le « vrai »

Le processus de problématisation prend forme dans un double mouvement : ouverture vers des modèles possibles tenus par des contraintes (empiriques et théoriques) ; fermeture par construction de nécessités obligeant à une sélection des modèles envisagés. L'« épaisseur » du savoir scientifique, son apodicticité (Bachelard, 1949), se trouve alors dans cet espace de contraintes et de nécessités : il ne suffit pas de savoir que le magma qui alimente le volcanisme des zones de subduction provient de la fusion partielle des péridotites du manteau, fusion partielle provoquée par l'intervention conjointe de trois paramètres (la température, la pression et l'eau issue de la déshydratation des roches de la plaque plongeante). Il faut maîtriser les conditions de possibilités de ce modèle, le fait qu'il est impossible qu'il n'y ait pas de production locale d'un magma à l'aplomb des zones de subduction et la nécessité d'un mécanisme abaissant la température de fusion des roches du manteau.

Admettre que la construction d'un savoir scientifique relève d'une problématisation semble donc venir en opposition de la coutume scolaire qui valorise le vrai et le faux quand la problématisation focalise sur le possible et le nécessaire. Plutôt que d'envisager une opposition radicale, nous faisons l'hypothèse que la problématisation n'écarte pas complètement le vrai et le faux. Où peuvent-ils se loger ? A y regarder de plus près, il semble que la problématisation les prend en compte à deux niveaux³ (figure 2):

- Le vrai se situe au niveau de l'apodictique : il porte fondamentalement sur les nécessités auxquelles sont assujetties les solutions (les modèles explicatifs); il prend sens dans le cadre théorique où elles sont élaborées et il se construit dans la mise en tension de contraintes empiriques et théoriques. Compte tenu de ce cadre et de ces contraintes, alors il est vrai qu'il est nécessaire qu'il y ait une fusion des roches en profondeur ;
- C'est plus accessoirement que le vrai et le faux concernent le niveau de l'assertorique, autrement dit le niveau des solutions qui répondent à ces nécessités. Ils se construisent par des mises à l'épreuve empiriques des modèles explicatifs qu'il s'agit d'ajuster au réel. A force d'essayer de vérifier les modèles par des données empiriques, nous parvenons de moins en moins à les réfuter, soit donc à les rendre de plus en plus vraisemblables. Pour le modèle de fusion partielle du manteau, cela conduit à l'identification précise des paramètres (température, pression lithostatique, pression partielle de l'eau).

³ Le vrai concerne aussi le métaphysique qui chapeaute ces deux niveaux et les postulats qu'il véhicule (registre explicatif ; principes structurants).

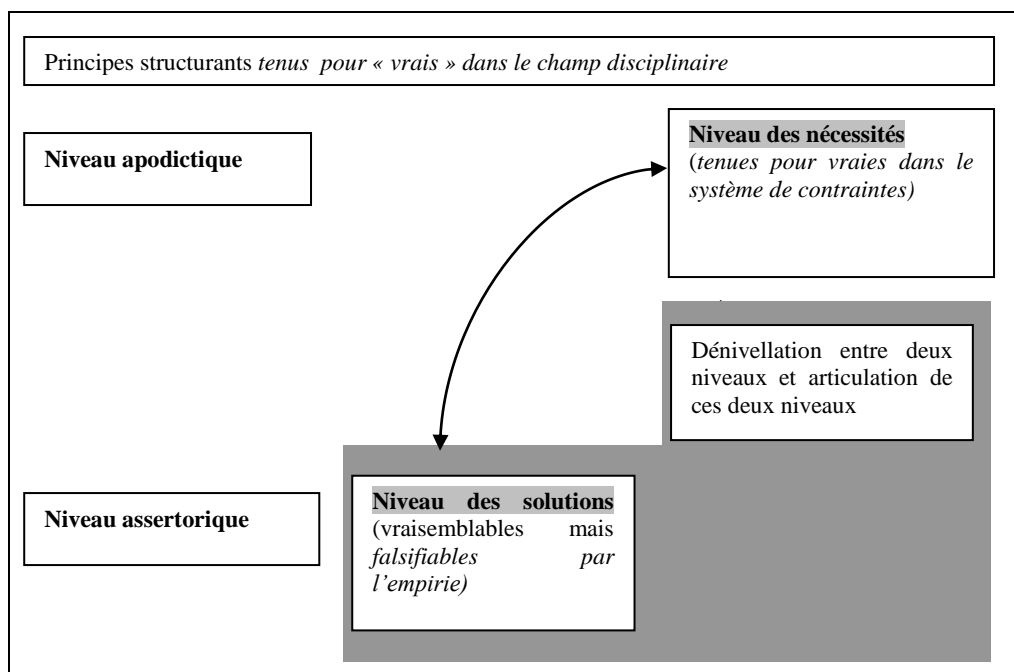


Figure 2 : Les liens entre l'apodictique et l'assertorique et la place du vrai et du faux

Les pratiques communes de vérifications d'hypothèses et de modèles dans la classe se situeraient seulement au niveau assertorique.

3. Une étude de cas en sciences de la Terre en terminale scientifique

Intéressons-nous maintenant à la façon selon laquelle les enseignants gèrent le possible, le nécessaire, le vrai et le faux. Nous nous appuyons pour cela sur le travail du problème du volcanisme des zones de subduction dans une classe de terminale scientifique (élèves de 17-18 ans). Comment un enseignant soucieux tout à la fois de prendre en compte les conceptions des élèves et de construire un savoir scientifique conforme au savoir savant s'en sort-il?

3.1 Présentation du dispositif

Après que (phase 1) les élèves se sont appropriés plusieurs caractéristiques des zones de subduction (activités sismique et volcanique, répartition particulière du flux de chaleur notamment), 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 ensuite un temps de présentation et de confrontation des travaux des groupes (phase 3) puis la consultation d'un dossier 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 et une institutionnalisation des connaissances construites ponctuent ces travaux (phase 5).

Nous retenons dans cette communication le moment de présentation/débat des productions des groupes (phase 3). Il a été conçu par le professeur dans une logique de problématisation mais, vu qu'il se considère comme novice en matière de débat, nous pensons qu'il renseigne sur son positionnement vis-à-vis de la construction du savoir scientifique et sur les tensions qu'il éprouve entre une logique du possible/nécessaire et une logique de vrai/faux. Cette phase de la séquence a été filmée en totalité et des entretiens (semi-directifs, d'auto - confrontation, Clot, 1999) ont été enregistrés en audio.

3.2 Les productions des groupes d'élèves

Partons des productions des 4 groupes qui ont exposé et discuté leurs propositions dans une des séances de TP. Le groupe 1 (figure 3) produit du magma par fusion de la plaque plongeante qui se réchauffe. Les groupes 2, 3 et 4 (figure 3) raisonnent avec du magma tout fait situé dans les profondeurs de la Terre. Ils n'ont donc pas de problème de fabrication de magma, puisqu'ils admettent qu'il est issu d'un réservoir profond imposant, tout au plus ont-ils un problème de remontée de ce magma. Malgré les enseignements de la classe de première scientifique, les élèves n'expliquent pas le volcanisme des zones de subduction comme le font les scientifiques. Ils en restent soit à une production de magma par fusion de roches sous l'effet d'une augmentation de température soit à l'idée de magma préexistant dans les profondeurs de la Terre.

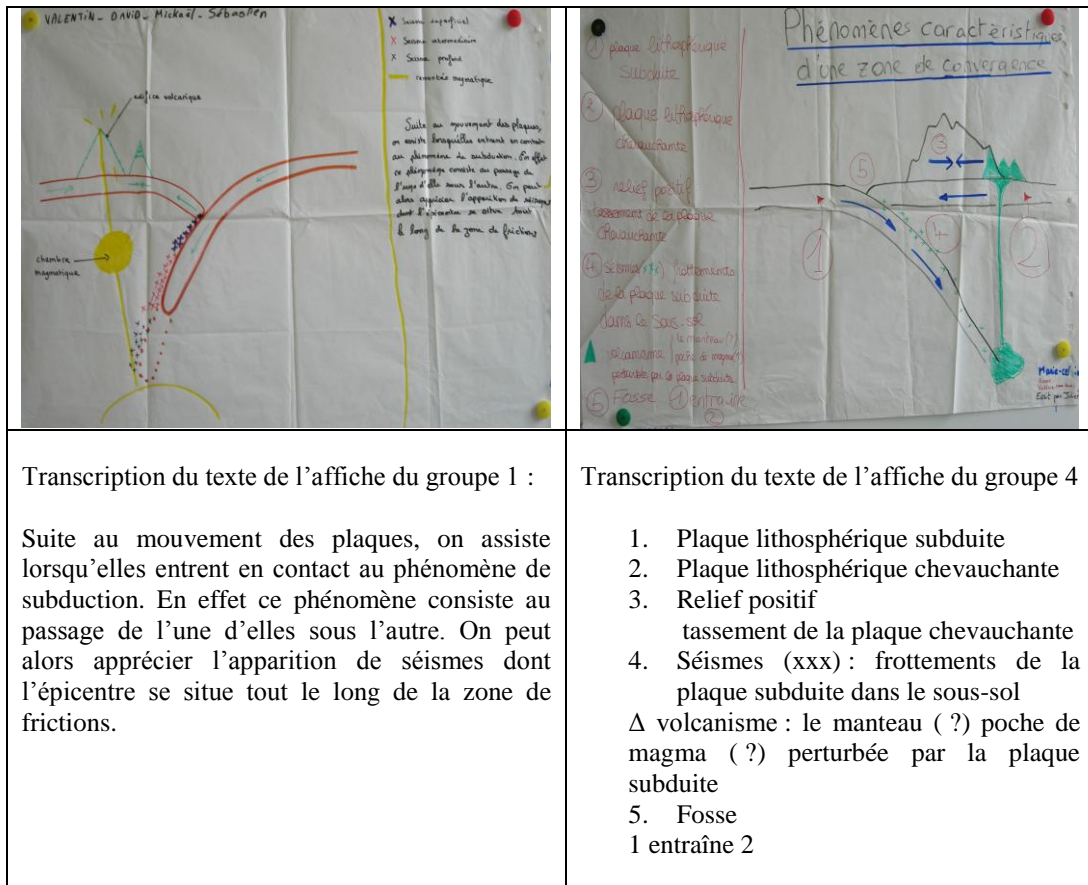


Figure 3 : L'affiche du groupe 1 et l'affiche du groupe 4

L'intention du professeur est de les faire entrer dans une logique de magma terrestre peu abondant et de nécessité d'en former localement (figure 1). Comment s'y prend-il ? Cherche-t-il plutôt à éradiquer les conceptions erronées des élèves ou tente-t-il de leur faire construire la nécessité qu'il se forme localement du magma ?

3.3 La construction de nécessités au cours du débat

L'étude des débats qui font suite à la présentation des affiches montre que le professeur encourage sporadiquement la construction d'impossibilités et de nécessités. En voici quelques exemples.

Pour le groupe 1, il conduit les élèves à dire que la plaque plongeante est mi-liquide, mi-solide (72) avant de pointer le paradoxal (79):

79. Professeur (P). *Elle (la plaque plongeante) est ductile, d'accord. Alors comment vous expliquez tout ce volcanisme euh tout cette sismicité, cette sismicité à cet endroit ?*

Ce à quoi le groupe résiste, en composant avec la ductilité :

82. Valentin. *Ben c'est parce qu'en fait, vu qu'elle est moyen mou, moyen dur, il y en a quand même des, des, des, des séismes parce que, de toute façon, y a toujours des frottements qui engendrent des forces (chuchotement) de... collision en quelque sorte qui vont créer des séismes. Non, non ! Mais c'est vrai et puis il y a les trois zones de séismes, superficiel, c'est en haut et puis... ça descend.*

83. David. *Oui mais là on voulait pas dire qu'elle était en train de fondre de toute façon, on voulait dire que ça se prolongeait un peu. Si ça se trouve elle fond peut-être qu'à partir de là, on sait pas.*

Pour le groupe 4, qui fait remonter du magma à la suite du heurt d'une poche de magma par la plaque plongeante, le professeur reprend à l'intention de toute la classe la réaction de l'élève David, qui assimile cette rencontre plaque - poche à un énorme coup de chance.

409. P. *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 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 ?*

En y ajoutant la contrainte qu'un tel processus devrait concerner la bordure de toutes les plaques convergentes, l'enseignant dirige les élèves vers une impossibilité de fonctionnement et pousse le groupe à aménager son modèle : la plaque plongeante perturberait une réserve magmatique plus profonde et plus étendue. Peu de temps après, il pointe le caractère contingent des nouvelles propositions :

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

La classe est alors dans l'embarras. Ce faisant, le professeur l'oriente vers la construction d'une autre impossibilité de fonctionnement.

D'autres extraits attestent d'une même procédure de l'enseignant tout au long de ce troisième moment de la séquence. Avec le groupe 3 par exemple, il s'étonne du fait que la remontée de magma en provenance du noyau se fait plus d'un côté de la plaque plongeante que de l'autre. C'est donc qu'un professeur peut engager intellectuellement des élèves dans de l'apodictique et les positionner sur le vrai des nécessités.

3.4 Le rabat sur le « vrai » de l'assertorique à la fin du débat

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 à un véritable changement de régime. D'entrée de jeu, le professeur oblige la classe à lister ce dont on est sûr et les questions que l'on se pose. Les désaccords sont un temps évoqués, mais c'est tout, et rien n'est repris des argumentations du débat :

« 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. »

Force est de constater que pour ce problème de volcanisme, la liste inscrite au tableau (figure 4) ne porte aucunement 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 mentions faites 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.

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

Figure 4 : La trace inscrite au tableau par le professeur à la fin du débat

Notons aussi 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 y avait 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 doute, le temps sur documents sera au niveau des solutions autrement dit de l'ordre de l'assertorique.

Ce rabat sur le vrai de l'assertorique est d'ailleurs confirmé par ce professeur lui-même lors d'une animation scientifique avec des enseignants. Il y présente son travail sur l'évaluation diagnostique, en prenant appui sur des productions d'élèves de cette classe de terminale scientifique. A la question d'un auditeur de savoir ce qui est fait après le débat, voici ce qu'il répond :

« Ce qu'on avait envisagé et ce qu'on a fait. On avait envisagé un certain nombre d'erreurs possibles, on avait envisagé des obstacles cognitifs, enfin on les avait prévus plus ou moins et à partir de là, on a déjà constitué un dossier⁴ avec un certain nombre de documents qui permettaient à l'élève d'aller conforter, vérifier, apprendre tout simplement, pour faire une lecture ou ces élèves pouvaient découvrir effectivement ce qu'était, comment ça s'expliquait. Donc on avait un dossier. Suite au constat qu'on a pu faire, on a pu rajouter des documents qui manquaient. (...) Alors au tableau, j'avais dessiné un grand tableau avec deux entrées. J'avais mis les documents, la question que l'élève se posait et finalement ce qu'il avait découvert dans les documents. »

Tout est donc pensé pour que les élèves s'orientent vers la bonne réponse, celle qui résiste à l'épreuve des documents. La logique est celle d'un tri entre le faux et le « vrai ». C'est la bonne solution qui est recherchée, une bonne solution qui tient en fait sur des éléments qui la valide (momentanément) et la rendre de plus en plus vraie.

4. Conclusion

Si nous pensons la construction des savoirs scientifiques comme une problématisation, le « vrai » prend du sens à deux niveaux : le vrai assertorique se rapporte aux solutions des problèmes explicatifs et il se construit par des mises à l'épreuve empiriques ; le vrai apodictique concerne les nécessités auxquelles sont assujetties ces solutions et il se construit dans la mise en tension de contraintes empiriques et théoriques. Une véritable dénivellation sépare ces deux niveaux en même temps qu'ils sont étroitement reliés : les solutions (les modèles explicatifs) tiennent en effet par des nécessités donc par de l'apodictique. Dans l'exercice de la classe, il semble y avoir une

⁴ Il s'agit du dossier utilisé en phase 4 (voir la section 3.1)

vraie difficulté des enseignants non pas à s'extraire de l'assertorique pour de l'apodictique (la mise en œuvre de débat avec engagement des élèves dans la construction de nécessités l'atteste), mais à conserver de l'apodictique dans le texte du savoir et à l'articuler à de l'assertorique. Est-ce à dû aux conceptions épistémologiques des enseignants ? Est-ce à rapporter à certaines contraintes de la forme scolaire (temps limité des apprentissages, caractéristiques des savoirs et des pratiques scientifiques scolaires entretenues par l'institution) ? Est-ce parce que l'apodictique se met mal en texte ? Ce sont autant de « questions vives » à instruire de manière approfondie au sein de la communauté des chercheurs en éducation et dans le cadre en renouvellement de la formation des enseignants. Nous les travaillons de deux manières articulées : en focalisant plus précisément nos recherches sur la mise en textes des savoirs scientifiques dans des situations de classe ordinaires ; en construisant et en mettant en œuvre avec des enseignants des « situations forcées » (Orange & Orange Ravachol, 2007), de façon à dégager les conditions de possibilité d'une tenue de la dimension apodictique du savoir scientifique tout au long de sa construction.

5. Bibliographie

- Astolfi, J.-P. (2005). Problèmes scientifiques et pratiques de formation. In Maulini, O. & Montandon, C. (EDS) (2005). *Les formes de l'éducation : variété et variations*, 65-81.
- Bachelard, G. (1949). *Le rationalisme appliqué*. Paris : PUF.
- Clot, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF.
- Fabre M. (1999). *Situations - problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- Jacob, F. (1981). *Le jeu des possibles*. Paris: Librairie Fayard.
- Kuhn T. S. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion (1970).
- Orange C. (2002). Apprentissages scientifiques et problématisation. *Les sciences de l'éducation –Pour l'ère nouvelle*, 35, 1, 25-42.
- 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 25 août 2010)
- Popper, K.R. (1985). *Conjectures et réfutation*. Paris : Payot.
- Popper, K.R. (1991). *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*, n°45, pp. 39-64.
- MENESR (2008). *Programmes du collège, Programmes de l'enseignement de sciences de la vie et de la Terre*. BOEN spécial n°6 du 28 août 2008.
- MENESR (2008). *Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire*. BOEN, numéro hors série, n°3, 19 juin 2008. (disponible sur <http://eduscol.education.fr/D0048/primprog.htm>, consulté le 20 février 2010)
- MENESR (2006). *Socle commun des connaissances et des compétences*. (disponible sur <http://www.education.gouv.fr/cid2770/le-socle-commun-de-connaissances-et-decompetences.html>, consulté le 25 août 2010)