

Construction d'un texte du savoir sur la formation d'une chaîne de montagnes (collège)

**ORANGE RAVACHOL Denise IUFM des Pays de la Loire – Université de Nantes, CREN
Université de Nantes, EA 2661, denise.orange@univ-nantes.fr**

Mots clés : texte du savoir, savoir propositionnel, pratique enseignante, reformulation, collège, sciences de la Terre

Résumé

Pourquoi des enseignants soucieux de rendre les élèves parties prenantes de la construction de savoirs scientifiques, en accordant notamment de l'importance à la discussion de leurs idées, limitent-ils le texte de ce savoir à des propositions résumant les solutions « vraies » des problèmes ? En prenant appui sur le fonctionnement de la communauté scientifique, où les textes des savoirs sont en lien étroit avec des pratiques, nous questionnons les raisons de la forme propositionnelle des savoirs scolaires. Notre étude porte sur une séquence de sciences de la Terre de collège (classe de quatrième, élèves de 13-14 ans) consacrée au problème de la formation d'une chaîne de montagnes. Partant du texte du savoir scientifique obtenu au terme de cette séquence, nous reprenons ces séances dans leur ordre de déroulement pour mieux comprendre comment ce texte se construit. Nous montrons que par des reformulations qu'il impose, le professeur ne règle pas seulement des problèmes de vocabulaire, il trouve un moyen de conduire la classe à sélectionner la bonne solution. Nous montrons aussi que derrière le texte final, les élèves ne convoqueront pas exactement les notions et les pratiques mobilisées par l'enseignant pour son élaboration.

Introduction

Des études (Delbos & Jorion, 1990 ; Astolfi, 1992) ont depuis longtemps pointé les caractères et les limites d'une forme propositionnelle des savoirs scolaires et, même si de nombreux enseignants tentent d'associer davantage les élèves à la construction du savoir, en accordant notamment une place plus importante aux activités langagières, ils le concrétisent par un texte « qui énonce des vérités, et se décline en propositions indépendantes, déconnectées de leur contexte problématique » (Astolfi, 2005, p. 74). D'où vient cette tendance à limiter le texte du savoir à des propositions résumant les solutions « vraies » des problèmes scientifiques ? Qu'est-ce qui fait qu'un enseignant pourtant soucieux de mettre en place des moments de discussion sur les idées des élèves s'en tient-il en fin de compte à un texte de résultats ? Notre communication se propose d'étudier cette tension pour une séquence de sciences de la Terre de collège (classe de quatrième, élèves de 13-14 ans) consacrée au problème de la formation d'une chaîne de montagnes. Partant du texte du savoir scientifique obtenu au terme de cette séquence, nous reprenons ses séances dans leur ordre de déroulement pour mieux comprendre comment ce texte se construit. Cette étude empirique s'insère dans le

cadre plus large d'une recherche en cours sur « Mise en texte et pratiques des savoirs » (Orange, dir., 2006-09). Après avoir présenté nos appuis théoriques et précisé nos questions de recherche, nous en viendrons à notre étude de cas de façon à dégager des organisateurs de la mise en texte.

1. Cadre théorique et questions de recherche

1.1. Les textes de savoirs scientifiques

Sans vouloir admettre un exact parallélisme, du fait notamment des différences de temporalité où ils s'exercent, entre les processus de maturation de textes de savoirs dans la communauté scientifique de référence et dans la classe, la connaissance du premier peut aider à comprendre le second. Pour Latour & Woolgar (1988), l'élaboration d'un texte de savoir scientifique mobilise des inscriptions variées qui se superposent, elle extrait du champ de la controverse des énoncés stabilisés, elle manœuvre sur ces énoncés de façon à empêcher leur destruction par des énoncés alternatifs ou, si c'est le cas, elle fait en sorte de provoquer un isolement de leur auteur. Les textes de savoirs scientifiques ont donc une épaisseur où s'entrecroisent des extraits choisis de pratiques (la situation de la recherche par rapport à d'autres travaux, les compte rendus expérimentation, etc.) et des énoncés stabilisés, pour ne pas dire verrouillés. Remonter à leur production, c'est aller à la rencontre de réifications, de construction de boîtes noires, de neutralisation de petites intrigues, de mises en ordre d'où émerge un texte nouveau, plus universel et avec des lacunes contrôlées (Orange Ravachol & Triquet, 2007). Dans ces conditions, le texte du savoir scientifique est potentiellement plus puissant que ce qu'il donne à voir et, conséquence de cette première caractéristique, il ne peut être décrypté vraiment à sa juste mesure que par la communauté de chercheurs au sein de laquelle il émerge. Dit autrement, il comporte forcément une part de propositionnel qui est d'autant plus apparente que son destinataire est étranger à la communauté qui l'a engendré. Si nous revenons à la classe, nous pouvons penser que la part propositionnelle du texte scolaire final a quelque chose à voir avec la pratique des savoirs des élèves. D'où notre souci de porter attention non seulement au texte final mais aussi aux pratiques qui le sous-tendent et aux façons dont les acteurs (élèves, professeur) en sont parties prenantes.

1.2. Les savoirs scolaires comme des savoirs raisonnés

La préoccupation de ne pas limiter l'enseignement des sciences à des résultats existe bel et bien en classe de sciences. Pour preuve, lorsqu'il s'agit de la résolution d'un problème scientifique, la mise en valeur dans les instructions officielles récentes (programmes d'enseignement de l'école et du collège) des investigations réfléchies conduites par les élèves, dans lesquelles des écrits de travail s'articulent à des confrontations et à des débats, et ménageant « *des activités de synthèse et de structuration organisées par l'enseignant, à partir des travaux effectués par la classe* » (programmes du collège, introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques, 2007, p.6). Il reste à questionner ce que les textes des savoirs portent des débats et des investigations, autrement dit de la ligne de leur production spirituelle, pour reprendre les termes de Bachelard. Car si cette dernière est manquante, écrit-il, « *on peut être sûr que l'élève combinera le résultat avec ses images les plus familières. (...) Puisqu'on ne lui a pas donné des raisons, il adjoint au résultat des raisons personnelles* » (1938, p. 234). C'est vers ce risque d'ailleurs que verse en permanence la

vulgarisation scientifique : étranger à la pratique, expérimentale et théorique, des chercheurs, le profane ne peut pas comprendre le discours scientifique (Roqueplo, 1974). Notre étude du texte du savoir final élaboré dans la classe doit donc nécessairement prendre en compte l'ensemble que forment les résultats et les pratiques, analyser les raisons retenues par ce texte et leur origine, voir en quoi la construction de ce texte extrait les élèves du familier et du subjectif. C'est ce que nous proposons de faire maintenant à l'échelle d'une séquence de géologie impliquant des collégiens.

2. Corpus de données et méthodologie

La séquence que nous étudions porte sur la formation d'une chaîne de montagnes. Elle se déroule dans une classe de quatrième (25 élèves de 13-14 ans) après que les élèves ont étudié les manifestations de l'activité interne du globe terrestre (sismicité, volcanisme) située dans le cadre théorique de la tectonique des plaques lithosphériques¹. Les objectifs de connaissances des programmes (BOEN, 19 avril 2007, p.89) s'énoncent comme suit : « *L'affrontement des plaques engendre des déformations de la lithosphère et aboutit à la formation de chaînes de montagnes* ».

2.1. L'organisation de la séquence d'enseignement/apprentissage et le texte final du savoir

La séquence est déclinée en trois séances aux caractéristiques suivantes :

Séance 1

Après un rappel rapide en collectif des notions acquises au cours précédent (la fabrication de lithosphère océanique au niveau des dorsales et sa disparition dans les zones de subduction), le professeur présente la chaîne de montagnes himalayenne (photos satellite), la situe sur un planisphère et pose à la classe le problème de sa formation. La consigne donnée aux élèves est la suivante : « *Expliquez comment s'est formée une chaîne de montagnes telle que l'Himalaya. Vous répondrez par un texte et des schémas mettant en jeu la lithosphère* ». Les élèves s'en emparent d'abord individuellement puis en 7 groupes que l'enseignant a voulu homogènes du point de vue des explications.

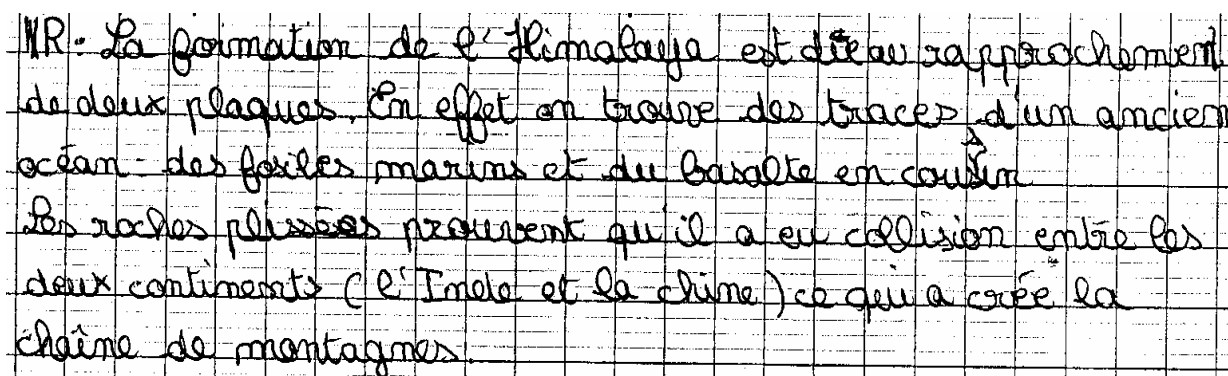
Séance 2

Cette deuxième séance comprend 4 phases :

- 1) la présentation/discussion des propositions des groupes ;
- 2) la mise à l'épreuve de ces propositions grâce à des données « empiriques » : une photo de *pillow lavas* himalayennes, une photo d'un paysage himalayen montrant des formations sédimentaires plissées (échelle du paysage), une carte reconstituant les différentes positions de l'Inde depuis 80 millions d'années, et un modèle analogique permettant de réaliser des plis ;
- 3) la construction par les élèves d'un bilan individuel sur la formation de l'Himalaya

¹ C'est l'occasion pour nous de remercier J.-M. Fouetillou, professeur de SVT au collège Villey-Desmeserets de Caen, et les élèves de sa classe de quatrième.

4) la construction en collectif du texte final suivant :



NR : La formation de l'Himalaya est due au rapprochement de deux plaques. En effet on trouve des traces d'un ancien océan - des fosses marines et du basalte en coussin. Les roches plissées prouvent qu'il a eu collision entre les deux continents (l'Inde et la Chine) ce qui a créé la chaîne de montagnes.

Figure 1. Le texte final du savoir sur la formation d'une chaîne de montagnes (classe de 4^e, élèves de 13-14 ans)

Séance 3

Deux modèles d'explication d'une chaîne de montagnes sont soumis aux élèves avec la consigne suivante : « Expliquer, à l'aide de vos connaissances, l'origine d'une chaîne de montagnes. Dire, à l'aide d'arguments scientifiques, quel modèle de représentation peut être retenu, et quel modèle peut être rejeté (toujours à l'aide d'arguments scientifiques) ».

2.2. Méthodologie d'analyse des données

Nous relient le caractère propositionnel d'un texte scolaire non seulement à sa forme (un enchaînement de propositions plus ou moins logiquement connectées) mais aussi aux types de pratiques qu'il convoque (voir plus haut la partie 1) et au degré d'implication dans ces pratiques de ses destinataires, à savoir les élèves. Notre but est donc de « mesurer » ces aspects dans le texte du savoir produit en fin de séance 2. Cela nous conduit à questionner son origine et sa maturation au cours de cette séquence : d'où vient-il ? Qui des élèves ou du professeur le construit ? Quelles pratiques servent son élaboration ? Pour étudier cet « enracinement » du texte final, nous disposons des enregistrements vidéos des séances 1 et 2 de leur transcription (886 tours de paroles : 299 pour la séance 1 ; 587 pour la séance 2), de 22 productions écrites initiales individuelles² et de 7 affiches de groupe faites en séance 1, et de 24 productions individuelles³ réalisées lors du contrôle (séance 3).

D'un point de vue méthodologique, nous procédons dans cette étude de cas à une analyse de contenu des différentes formes de textes produites au cours de la séquence. Pour des raisons épistémologiques, nous nous focalisons d'abord, dans le texte final, sur les processus contribuant à la formation d'une chaîne de montagnes. Puis nous recherchons dans les séances 1 et 2 ce qui conduit à les prendre en considération, qui se charge de les retenir, et de quelle manière. Nous tentons ainsi de reconstituer les relations existant entre le texte du savoir et des pratiques.

² Trois élèves absents en séance 1.

³ Un élève absent en séance 3.

3. Résultats et discussion

3.1. Le texte final

Pour expliquer la formation des chaînes de montagnes, le texte final se centre sur la chaîne himalayenne et il met en jeu de façon explicite un enchaînement de deux processus majeurs : le rapprochement des plaques et la collision entre deux continents. Pour justifier le rapprochement des plaques, il en mobilise implicitement un troisième, la formation de la croûte océanique, par la prise en compte des basaltes en coussins. Plusieurs remarques s'imposent d'emblée :

- Le texte final ne parle pas de l'« objet » lithosphère, alors que la consigne initiale ayant engagé les élèves à développer leurs idées explicatives le demandait.
- En passant d'un processus à l'autre, le texte final change d'objets - le rapprochement porte sur les plaques, puis implicitement il est question de formation de croûte océanique, la collision met enfin en jeu des masses continentales - sans que soient précisés les liens entre ces différents objets. Au vu des rappels faits en début de séance 1⁴, nous pouvons penser que les élèves sont capables de faire certains liens.
- Dans le texte, l'ordre d'exposition des processus ne respecte qu'en partie leur chronologie. En effet il faut imaginer que la formation de croûte océanique précède ou se produit en même temps que la convergence des plaques, alors que dans le texte elle lui succède.
- Ecrire que « *La formation de la chaîne de l'Himalaya est due au rapprochement de deux plaques* » est ambigu et prête à discussion. Cela peut vouloir dire que deux plaques initialement éloignées, donc séparées par une sorte de grand trou, se rapprochent. Ce ne serait pas conforme aux explications scientifiques actuelles⁵.

Quand, comment, et sous le contrôle de qui émergent les processus de rapprochement des plaques, de collision continentale et de formation de croûte océanique ?

3.2. La mise en jeu du rapprochement des plaques et de la collision continentale

3.2.1. Dans les productions initiales des élèves

Les productions initiales individuelles

Les productions individuelles initiales (séance 1), toutes constituées d'un court texte et d'un schéma (rarement deux), donnent à voir comment les 22 élèves de cette classe de quatrième expliquent la formation de la chaîne himalayenne.

Dans leur ensemble, les élèves mettent en jeu deux plaques mobiles. La majorité d'entre eux se place dans un régime de convergence de plaques (20 élèves sur 22, contre 2 élèves recourant à de la divergence de plaques) et imagine deux épisodes :

- 1) L'affrontement de deux plaques. Nous rassemblons sous ce vocable les productions qui parlent de « rencontre », de « percussion », de « choc », de « heurt » et, pour seulement un élève, de « collision » de deux plaques;

⁴ Deux processus sont rappelés au début de la séance 1 : la formation de lithosphère océanique au niveau des dorsales et sa disparition au niveau des zones de subduction.

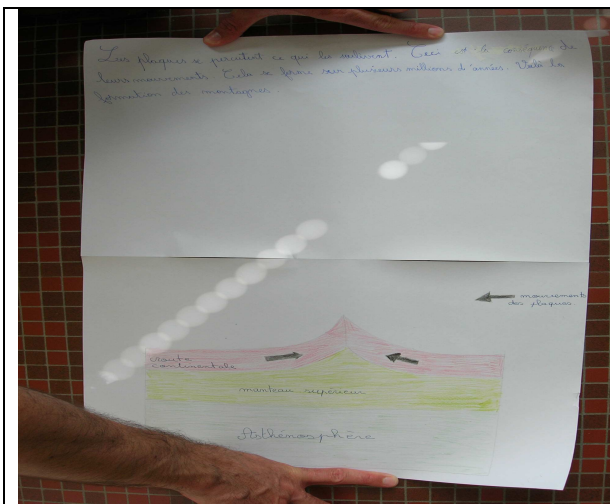
⁵ Cela fait écho aux travaux que nous conduisons depuis de nombreuses années sur les limites du raisonnement linéaire et des « mises en histoire » dans les explications géologiques et biologiques.

2) La surrection d'un relief. Les élèves parlent de « soulèvement » ou de « montée », ce qu'ils font monter est variable (roches, croûte continentale, asthénosphère) et correspond rarement aux plaques. Un seul élève parle de « passage » d'une plaque sur une autre.

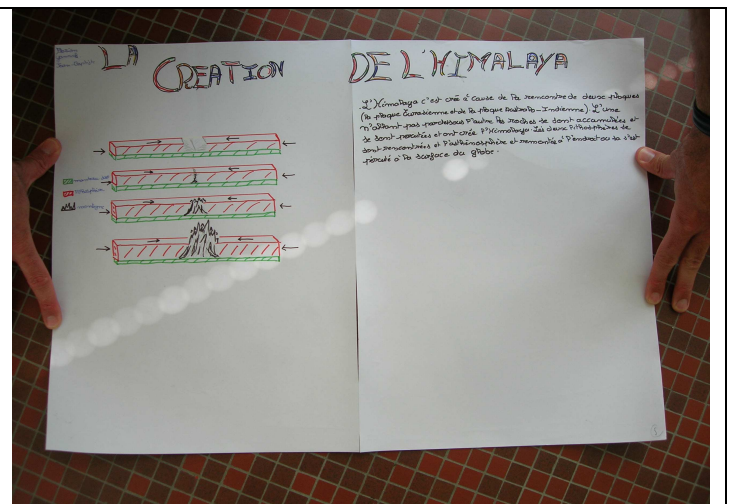
Pour ce qui est du rapprochement des plaques mentionné dans le texte final, il n'existe que chez 8 des 20 élèves. Parmi eux, seuls 4 élèves parlent explicitement de rapprochement, les autres en restant à l'« avancée » ou au « déplacement » des plaques.

Les productions de groupe

Chez 6 groupes sur 7 (un groupe se positionne sur l'écartement des plaques), les épisodes d'affrontement et de surrection d'un relief sont conservés ; le rapprochement des plaques est indiqué sur deux des affiches. Ce dernier processus, valorisé dans le texte final, ne s'impose donc spontanément qu'à un petit nombre de groupes, au contraire de l'affrontement des plaques qui est partout présent.



Les plaques se percutent ce qui les soulève. Ceci est la conséquence de leurs mouvements. Cela se forme sur plusieurs millions d'années. Voilà la formation des montagnes.



L'Himalaya s'est créé à cause de la rencontre de deux plaques, la plaque eurasiennne et la plaque australo-indienne. L'une n'allant pas par dessous de l'autre, les roches se sont accumulées et se sont percutées et ont créé l'Himalaya. Les deux lithosphères se sont rencontrées et l'asthénosphère est remontée à l'endroit où ça s'est percuté à la surface du globe.

Figure 2 : Deux productions de groupe (les groupes 1 et 5)

Si nous nous intéressons aux « objets » auxquels se rapportent les processus de rapprochement et de collision, nous remarquons que le texte final mobilise d'abord des plaques, en envisageant leur rapprochement, puis des masses continentales, lorsqu'il s'agit de la collision et de formation du relief montagneux. Les élèves, individuellement ou en groupe, ne font pas exactement cela. Ils font intervenir les plaques jusqu'à la collision comprise. Pour la surrection montagneuse, ils changent d'objet. Un certain nombre d'entre eux fait jouer des roches, ou bien de la croûte, de la lithosphère, voire même l'asthénosphère (voir par exemple la production du groupe 5 sur la figure 2). Il en est de même du groupe ayant axé son explication sur l'écartement des plaques.

Cette première analyse, qui porte sur les productions initiales des collégiens, montre des décalages entre les processus et les objets géologiques que de nombreux élèves mobilisent et ceux que le texte final prend en compte. Intéressons-nous plus précisément au décalage que

représente le rapprochement des plaques, peu valorisé par les élèves et pourtant significatif dans le texte final.

3.2.2. Au cours de la présentation/discussion des travaux des groupes et dans les mises à l'épreuve

Les différentes reformulations

L'étude de la transcription des échanges montre que le processus de rapprochement des plaques émerge à la faveur d'une reformulation du professeur. Elle se fait juste après que le groupe 1 a présenté son affiche (intervention 308) :

306. P. *Donc quelle est cette ... hypothèse par rapport à la formation des montagnes ?*

307. Elève (groupe 1). *Les plaques se poussent et ça monte*

308. P. *Les plaques **se rapprochent**⁶ et puis G. ?*

309. G. (autre élève du groupe 1) *Ca monte.*

310. P. *Ca monte, ça se soulève. Hypothèse : Soulèvement, alors soulèvement de quoi exactement?*

311. Elève (groupe 1). *De la croûte continentale.*

312. P. *De la croûte continentale. Y a soulèvement de la croûte continentale ! OK ? Donc première hypothèse : Ca **se rapproche**, ça se rencontre et il y a soulèvement de la croûte continentale. Merci ! On va voir si on retrouve des modèles qui lui ressemblent.*

C'est donc le professeur qui introduit l'idée de rapprochement des plaques (intervention 308), quand les élèves disent qu'elles se poussent (intervention 307), ce qui est scientifiquement au moins aussi pertinent (voir plus haut). Nous pourrions voir dans son intervention le souci de faire accéder les élèves à un registre de vocabulaire plus soutenu. Mais, en référence à des travaux sur la question des reformulations (Garcia-Debanco & Laurent, 2003), nous n'avons pas voulu nous satisfaire de cette seule intention. Nous avons donc consigné et mis en comparaison toutes les reformulations effectuées par le professeur et force est de constater qu'elles ne relèvent pas uniquement d'ajustements techniques. Remplacer par exemple « *ça monte* » par « *ça se soulève* », comme c'est le cas dans l'extrait ci-dessus (interventions 309 et 310), ne semble pas avoir la même visée que substituer plus tard (phase de mise à l'épreuve des modèles dans la séance 2) « *compression* » par « *collision de l'Inde et de l'Asie* » (intervention 742).

740. P. *Les plis, ils viennent de quoi ?*

741. E. *De la compression.*

742. P. *De la compression. On a moyen de le prouver ça ou pas ?... Comment peut-on prouver que... alors plutôt que compression, je vais utiliser le terme ... de **collision**. Comment pourrait-on prouver que la croûte, que le fait que l'Inde vienne percuter, vienne en collision avec l'Asie, il faut que les roches sont plissées... Parce que on observe des roches plissées. Maintenant pour rejoindre notre, cette hypothèse là, il faudrait que l'on prouve que effectivement une **collision** fait se plisser les roches.*

Les logiques sous-jacentes aux reformulations

Revenons au « rapprochement des plaques ». Son introduction a non seulement été précoce (308) mais aussi renouvelée (elle est présente notamment en 358, 410, 486, 514, 550, 564, 645, 767, 777, 788, 844, 862). Pourquoi le professeur l'introduit-il par le biais d'une reformulation puis le réactive-t-il sur toute la longueur de la séance 2 ? L'étude de l'ensemble

⁶ Surligné par nous.

des échanges permet de voir que la convocation de ce processus ne se fait pas n'importe quand. Le professeur y revient en particulier chaque fois qu'il s'agit de passer du travail d'un groupe à celui d'un autre groupe, comme pour caractériser en un mot le modèle qui vient d'être présenté. En voici deux exemples :

- Le passage du groupe 1 au groupe 2 (intervention 312) :

P. *De la croûte continentale. Y a soulèvement de la croûte continentale ! OK ? **Donc première hypothèse : Ca se rapproche, ça se rencontre et il y a soulèvement de la croûte continentale. Merci ! On va voir si on retrouve des modèles qui lui ressemblent.***

- Le passage du groupe 6 au groupe 7 (intervention 486 et suivantes)

P. *Alors bon, on essaiera d'affiner ces deux hypothèses si elles sont semblables ou pas. Troisième hypothèse, plutôt trois et demi (il montre l'avant dernière affiche), **hypothèse où il y a toujours rapprochement** mais... une plaque passe par-dessus une et dernière hypothèse Plusieurs élèves. Les plaques s'écartent.*

P. *Cette fois-ci, c'est un écartement des plaques.*

Tout se passe comme si le professeur faisait du pointage récurrent du « rapprochement des plaques » un moyen de faire le point sur les différents modèles des groupes, de rendre ainsi possible leur comparaison mais aussi de contribuer au filtrage du bon modèle. Rappelons que sur les sept propositions de groupe, six s'inscrivent dans un contexte de convergence de plaques et une sur de la divergence. Ce sont les six propositions avec convergence, « justes » au regard du savoir scientifique actuel, que le professeur choisit de faire entendre en premier. Comment s'y prend-il ? Après chaque présentation de groupe, il s'efforce d'obtenir une explicitation du modèle puis il sollicite des réactions dans la classe visant surtout à dire si l'hypothèse qui vient d'être présentée ressemble ou non à celle(s) précédemment proposées et il paraît se contenter de ce constat. Donc, dès la discussion sur les affiches, le professeur est orienté plus par la bonne solution que par les arguments. Du reste, le temps réduit qu'il accorde à l'argumentation des élèves, au développement de leurs thèses et de leurs objections l'atteste.

Dans cet ordre de passage des groupes et dans cette façon de faire de l'enseignant, il se dessine la logique suivante :

- Le professeur fait de la reformulation de « Les plaques se poussent » en « Les plaques se rapprochent » un moyen de trier les modèles : il y a ceux qui fonctionnent avec un rapprochement de plaques et ceux qui ne fonctionnent pas avec ce processus ;
- Il contribue à la consolidation de ce tri par le recours à des marqueurs qui engagent implicitement dans une généralisation. Lorsque dans l'intervention 366, une élève dit : « *les plaques se rencontrent **encore*** », il reprend aussitôt pour dire : « *Dans ce modèle, les plaques se rencontrent **toujours*** » ;
- Il prépare la conservation et le sélection du modèle vrai, par élimination de ceux qui sont faux (il s'agit ici du modèle basé sur de la divergence des plaques). Ne conclut-il pas le passage de tous les groupes par « *Il faut que l'on retrouve si c'est un écartement ou un **rapprochement**. Ca va nous permettre d'affiner et on va pouvoir enlever des schémas* » (512).

L'appropriation des reformulations par les élèves

Nous nous sommes demandé si les élèves s'approprient ces reformulations. Pour apprécier plus justement leur impact, nous avons recherché d'une part qui utilise le nouveau vocabulaire après qu'il a été introduit, et avec quelle fréquence, et d'autre part qui l'utilise encore un peu plus tard dans la séance 2. Voici ce que nous obtenons, pour la reformulation en termes de « rapprochement de plaques » et de « collision » (tableau 1).

Rapprochement de plaques	Acteurs	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Rapprochement de plaques	Professeur	0 R 15		16	4
	Elèves	0 10		2	1
Collision	Professeur	0	0	C 8	2
	Elèves	0	0	0	1

R : reformulation introduisant le rapprochement des plaques

C : reformulation introduisant la collision de l'Inde et de l'Asie

Tableau 1. Réutilisation par l'enseignant et les élèves des reformulations du professeur

Les résultats de ce tableau montrent que le maniement durable du nouveau vocabulaire est plus le fait du professeur que des élèves. Comme nous retrouvons ce vocabulaire dans le texte final, il a toutes les raisons d'être bien artificiel pour ceux-ci.

Nous nous sommes aussi demandé si les élèves intègrent vraiment la logique de tri des modèles qui transparait dans la pratique du professeur. A priori, cela nous semble possible d'autant plus que le professeur adopte une modalité discursive visant à les relier, à les comparer (voir plus haut le passage du groupe 1 au groupe 2 et celui du groupe 7 au groupe 8), à en éliminer certains. Mais nous devons aussi noter qu'il force les élèves à privilégier un processus, le rapprochement des plaques, qu'ils n'ont pas spontanément retenu. Au vu de questions et de remarques d'élèves après la mise à l'épreuve documentaire des modèles et juste avant que ne soit construit le texte final, nous pouvons dire que, comme le professeur, ceux-ci se sont orientés par une recherche de la bonne solution. En voici des traces :

802. Un élève. *Monsieur, c'est qui qui a gagné au fait? Monsieur, c'est qui qui a gagné ?*

803. P. (en montrant les affiches restant au tableau). *Ceux-là sont proches... très proches des explications.*

804. Plusieurs élèves. *On a tous gagné. M., tu as pas gagné toi aussi.*

Nous notons cependant que les réactions des élèves ramènent plus à un tri de productions d'élèves qu'à celui de types d'explications de la formation d'une chaîne de montagnes qu'elles représentent. En cela, le positionnement des élèves se démarque d'une démarche d'objectivation et de construction de générique qui accompagne l'élaboration des savoirs scientifiques. Les élèves s'inscrivent plus dans un monde de sujets (le deuxième monde de Popper) que dans un monde « sans sujets connaissants » (le troisième monde de Popper). Il y a fort à penser que l'habillage de pratiques que certains feront du texte final tirera ainsi plus vers le sens commun que vers le scientifique.

3.3. La mise en jeu de la formation de croûte océanique

Le processus de formation de la croûte océanique est implicite dans le texte du savoir final. Il est sous-jacent aux traces utilisées pour justifier le rapprochement de deux plaques, à savoir les fossiles marins et le basalte en coussins retrouvés au sein de la chaîne himalayenne. Notons d'emblée que le lien entre ces indicateurs de sédimentation et de magmatisme en milieu océanique et le rapprochement de deux plaques, un processus qui les concernent dans leur globalité, ne va pas de soi. Pourtant l'enseignant y tient. Ils font partie de ce qu'il qualifie d'« argument scientifique », une notion qu'il met particulièrement en valeur dans la phase de mise à l'épreuve des modèles (498, 550, 645, 656, 693, 792) et dans l'écriture du texte final (809, 822, 828, 830, 854, 858, 862, 870). Des élèves et du professeur, qui réalise et qui maîtrise l'élaboration et les choix de ces arguments ? Concernant le processus implicite de

formation de croûte océanique, qui s'est impliqué dans sa mise en jeu dans le cadre du problème de la formation d'une chaîne de montagnes ? C'est à cette dernière question que nous allons apporter quelques éclairages.

L'étude de la transcription des échanges tenus dans les séances 1 et 2 permet de délimiter des épisodes où il est question de fonctionnement d'un océan et/ou de formation de la croûte océanique :

- Au début de la séance 1 (intervention 1 à 7), cela se fait dans le cadre d'un court point d'étape :
 1. P. Alors, où est-ce qu'on s'est arrêté la dernière fois ?... On sait que... la lithosphère océanique se fabrique à quel niveau ?
 7. P. Au niveau des dorsales océaniques qu'il y a fabrication de lithosphère océanique. Cette lithosphère océanique, la Terre n'augmentant pas de taille, elle disparaît par endroit. Elle disparaît au niveau des...ce qu'on appelle les zones de...
- En séance 2, pendant la phase de présentation/discussion des travaux des groupes, quelques échanges s'y intéressent. Avant d'en venir à ces échanges, il est important de noter qu'aucun des 7 groupes d'élèves ne fait référence à l'existence possible d'un ancien océan dans la zone du globe étudiée. Sur les schémas portés par leurs affiches :
 - * quatre mettent en jeu des plaques indifférenciées (groupes 2, 3, 5 et 6) ;
 - * trois représentent des plaques subdivisées en deux parties (groupes 1, 4, 7), dont une croûte les nappant totalement. Pour un de ces groupes la croûte est indifférenciée quand pour les deux autres il s'agit d'une croûte continentale.

Le moment de discussion qui succède à la présentation du groupe 2 donne à voir le positionnement du professeur et des élèves. Ce groupe est un des deux groupes qui met en jeu explicitement le « rapprochement des plaques » (voir sur la figure 3 le texte de son affiche), ces plaques reposant sur de la lithosphère océanique (voir sur la figure 3 le schéma de son affiche).

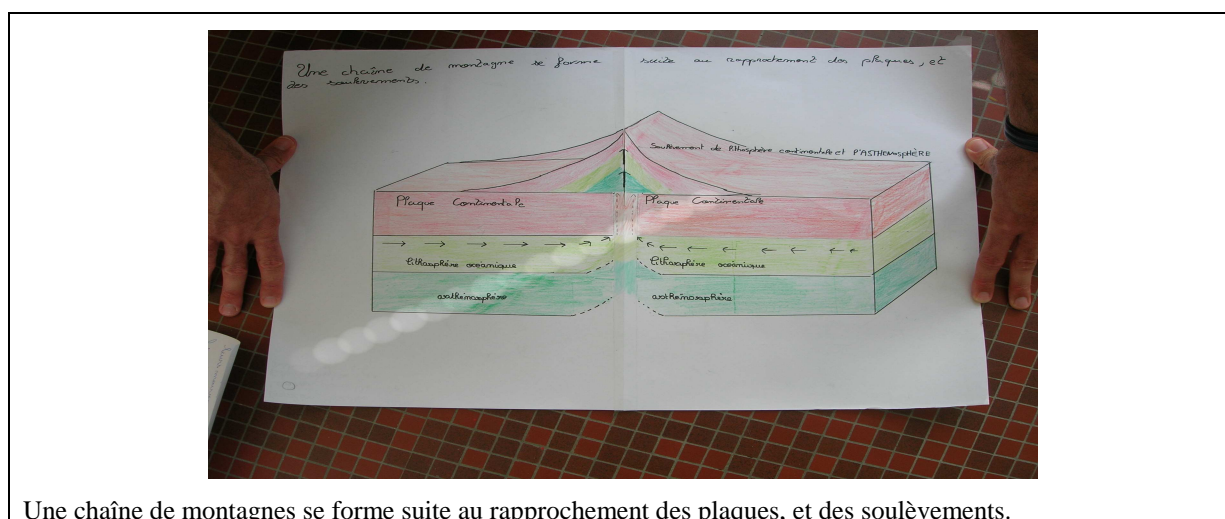


Figure 3. L'affiche du groupe 2

Après que le groupe a annoncé qu'il a mis « la plaque continentale euh... la plaque océanique et puis l'asthénosphère » (intervention 321), voici comment le professeur traite aussitôt cette organisation :

- 324. P. Alors, y a une plaque continentale, dessous y a de la lithosphère océanique et dessous y a de l'asthéro, y a de l'asthénosphère... Alors ça déjà, pourquoi c'est pas possible O. ?

325. O. *Ben parce que la lithosphère...* (Ophélie n'est pas une élève du groupe 2)
327. P. *Parle plus fort !*
328. O. *La lithosphère océanique, elle est pas en dessous de...*
329. P. *La lithosphère océanique, elle n'est pas en dessous de la lithosphère continentale... Comment on peut corriger ?*
330. Ben...
331. P. *On peut, on peut mettre juste... A la place de lithosphère océanique, il suffit de mettre manteau supérieur. Et là, l'hypothèse fonctionne hein ! C'est juste une petite inversion. C'est le manteau supérieur, on considère que ça c'est le manteau supérieur.*

Le professeur résout donc ce problème d'organisation par un problème de terminologie : pour lui, il suffit de corriger le schéma et de substituer manteau supérieur à lithosphère océanique. Des approfondissements épistémologiques montrent que le problème est vraisemblablement plus complexe. Nous pouvons en effet nous demander si ces élèves ne sont pas davantage dans un cadre paradigmatique de dérive des continents (où le problème de formation du plancher océanique ne se pose pas) que dans celui de la tectonique des plaques (où il y a nécessité de construire des fonds océaniques). En se cantonnant à un problème de vocabulaire, l'enseignant ferme brutalement la situation et nous pouvons penser que la référence implicite à la formation de croûte océanique dans le texte final ne peut pas être perçue comme telle par certains élèves.

- Enfin, dans le temps de mise à l'épreuve des modèles (564 à 603), lorsque la classe se réfère au documents montrant des *pillow lavas* himalayennes, nous remarquons la mobilisation du fonctionnement océanique est laborieuse, alors que le professeur voudrait seulement qu'on la rappelle :

576. P. *A l'affleurement oui... Quand on va dans l'Himalaya, y a, on peut trouver du basalte en coussins. Alors déjà, c'est quoi les... c'est quoi les basaltes en coussins ?... J'ai déjà oublié moi !*
577. Chuchotements.
578. P. *Où est-ce qu'on trouve ça, les basaltes en coussins ? L. ?*
579. L. *Dans l'océan.*
580. P. *Dans l'océan, à quel endroit exactement ?... D. ?*
581. D. *Au niveau des dorsale.*
581. P. *Au niveau des dorsales ! Autrement dit comment ils se forment, comment ils se forment les basaltes en coussin ? Qui se rappelle ?... Au niveau des dorsales ?... Qu'est-ce qui se passe au niveau des dorsales ?*

On assiste donc à une véritable extraction au forceps du fonctionnement océanique et à sa pertinence pour prouver le rapprochement des plaques. Plusieurs moments d'échanges, en phase de travail sur les documents (625-637 ; 785-792), mais aussi dans la construction du texte final (862-870) montrent à quel point les élèves ne l'érigent pas naturellement en « argument scientifique ». L'arrière plan de ce texte a bien des chances de ne pas être pour les élèves celui qu'a voulu construire le professeur.

Conclusion et perspectives

Les travaux que nous venons de présenter sont une contribution à la compréhension de ce qui se cache derrière l'aspect propositionnel du texte final du savoir produit en classe de sciences. En nous focalisant sur le problème de la formation d'une chaîne de montagnes tel qu'il a été traité au collège dans une classe de quatrième (élèves de 13-14 ans), nous parvenons à établir

des liens entre ce texte et des activités qui le précèdent. Nous avons choisi de questionner l'origine du texte final en partant des processus géologiques qu'il valorise explicitement et implicitement. Nous montrons que, par sa pratique, le professeur s'y implique en adoptant un nombre assez limité de procédés :

- Un tri des modèles orienté par la recherche du bon modèle, de celui qui est « vrai », sous-entendu celui qui est actuellement accepté dans la communauté des chercheurs. Ce procédé repose davantage sur une sorte d'accoutumance des élèves au « bon » modèle (et conduisant à la chute inexorable du ou des « mauvais » modèle(s)) et à sa validation par de l'empirique que sur le développement d'argumentations critiques.
- Une construction et un raffinement du texte final mobilisant des termes certes conforme au registre de vocabulaire de la communauté scientifique, mais imposés par l'enseignant aux élèves, et privilégiant la bonne solution du problème.

Ce sont autant de caractéristiques qui limitent le travail en profondeur des explications, une caractéristique pourtant importante de l'activité scientifique.

Côté élèves, nous montrons que ce texte final n'appelle pas forcément les notions et les pratiques attendues :

- La logique de tri et l'accent mis sur la bonne solution peuvent conduire les élèves à se suffire de ce résultat ;
- La logique de tri qui a présidé à l'établissement du résultat peut être rapportée par un certain nombre d'élèves à la dimension subjective de la communauté classe (la bonne solution est attribuée à la procédure et/ou à la réponse de « bons » élèves) ;
- Parce que les conceptions du fonctionnement de la Terre de certains élèves s'inscrivent dans un autre paradigme que celui de la tectonique des plaques, et qu'elles ont été « lues » par le professeur comme des problèmes de vocabulaire, des processus retenus dans le texte final risquent de ne pas prendre pour eux le sens escompté.

Nous poursuivons l'analyse de cette situation pour dégager les conditions d'une mise en texte du savoir scientifique. Elle permet de travailler le système de tension dans lequel se trouve un enseignant soucieux de conjuguer les contraintes du temps scolaire et une implication plus affirmée des élèves, et les choix qu'il opère en conséquence. Entièrement préparée par l'enseignant, elle se démarque d'une situation « forcée » dont la préparation et l'opérationnalisation intègrent les ajustements réguliers de l'enseignant et de didacticiens. Elle vient ainsi compléter un travail que nous avons fait sur une « situation forcée » portant sur les mouvements corporels (Orange & Orange Ravachol, 2007).

Bibliographie

Astolfi, J.-P. (2005). *Problèmes scientifiques et pratiques de formation*. In Maulini, O. & Montandon, C., Eds (2005). Bruxelles : De Boeck. pp. 65-81.

Astolfi, J.-P. (1992). *L'école pour apprendre*. Paris : ESF Editeur.

Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.

Delbos, G. & Jorion, P. (1990). *La transmission des savoirs*. Paris : Maison des Sciences de l'Homme.

Garcia-Debanc, C. & Laurent, D. (2003). Gérer l'oral en sciences : la conduite d'une phase d'émergence des représentations par un enseignant débutant. *ASTER*, n°37, pp. 109-133.

Latour, B. & Woolgar, S. (1988). *La vie de laboratoire*. Paris : La Découverte.

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.

Orange Ravachol, D. & Triquet, E. (2007). Sciences et récits, des rapports problématiques. *ASTER*, 44, 7-22. (disponible sur :

http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/2042/16808/1/ASTER_2007_44_7.pdf)

Popper K. (1991). *La connaissance objective*. Paris : Aubier.

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