L'enseignement scientifique, entre émancipation et asservissement ?

Science education, between emancipation and subjugation?

Denise Orange-Ravachol

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ree/1846>

DOI : 10.4000/ree.1846

ISSN : 1954-3077

Éditeur

Nantes Université

Référence électronique

Denise Orange-Ravachol, « L'enseignement scientifique, entre émancipation et asservissement ? », *Recherches en éducation* [En ligne], 34 | 2018, mis en ligne le 01 novembre 2018, consulté le 09 mars 2022. URL : <http://journals.openedition.org/ree/1846> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.1846>

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.

L'enseignement scientifique, entre émancipation et asservissement ?

Denise Orange-Ravachol¹

Résumé

Maintenant que les textes institutionnels sur l'enseignement des sciences se préoccupent fortement de l'apprentissage des élèves à partir des problèmes et qu'ils valorisent leurs investigations, il paraît particulièrement intéressant d'étudier ce qui se joue dans les moments de débat où les idées explicatives des élèves s'expriment et se confrontent et les moments qui leur font suite, où l'enseignant cherche à conduire la classe vers une explication raisonnée scientifiquement acceptable au niveau d'enseignement considéré. C'est ce que nous faisons dans notre article, en nous appuyant sur deux séquences forcées (les mouvements corporels, le volcanisme) et en étudiant comment les écoliers du cours moyen (9-11 ans) passent du débat sur leurs idées explicatives au travail sur les argumentations portant sur ces idées. Nous questionnons ce que cette charnière de la démarche permet d'émancipation de la pensée et d'acculturation scientifique des élèves. Nous montrons que, pour ces problèmes qui « parlent » à tous les élèves, les moments de débat peuvent permettre à chacun d'entre eux de s'ouvrir à d'autres possibles explicatifs, donc de se détacher de leur propre production tout en la faisant entrer dans un creuset commun (acculturation/émancipation). Mais ce mouvement d'émancipation n'a rien d'immédiat parce que des élèves peuvent se cantonner dans leurs préjugés. Le recours à des artifices didactiques comme les caricatures des différents modèles explicatifs de la classe ou le classement d'argumentation apparaissent comme des facilitateurs tant d'émancipation que d'acculturation.

En France, le plan de renouvellement de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école (MEN, 2000) scelle l'entrée des pratiques scolaires en sciences dans une période de transformations profondes et difficiles. Les traits majeurs de ces évolutions récentes affectent à la fois le fonctionnement et l'ouverture au monde de la classe de sciences : il s'agit en effet d'engager les élèves dans des démarches d'investigation scientifiques mais aussi, avec la prise d'importance des « Éducatifs », de les conduire à agir en citoyen éclairé dans et hors de l'école. Ce faisant, les élèves doivent développer des compétences disciplinaires, sociales et civiques (MEN, 2006, 2015). Un tel contexte invite à étudier l'activité intellectuelle des élèves dans l'élaboration et la pratique de savoirs dans la classe, pour étudier les difficultés rencontrées dans l'opérationnalisation de telles visées. Si nous prenons ces grandes évolutions comme un ensemble, elles devraient conduire à la construction de savoirs raisonnés (pourquoi ces savoirs et pas d'autres ?) et à des choix d'actions raisonnés (pourquoi de tels choix ?). Dans cette optique, il nous semble que les débats sur les idées explicatives en classe de sciences participent pleinement de ce double enjeu, même s'ils peuvent embarrasser l'enseignant ou l'élève, dans la mesure où ils allient des moments de confrontation de propositions explicatives variées (activités divergentes) en même temps qu'ils sont censés contribuer à l'appropriation d'un savoir partagé (activité convergente). En quoi cette inévitable convergence des savoirs travaillés en classe est-elle compatible avec les fonctions émancipatrices des savoirs visés ? C'est cette tension entre installation dans une communauté de pensée et émancipation de la pensée des élèves lors de situations d'enseignement où les investigations et les débats ont de l'importance que nous étudions dans notre contribution.

1. Pratique des problèmes et des savoirs

Dans cette première partie, nous donnons à voir les repères épistémologiques utiles à notre étude et une caractérisation des difficultés que représentent les pratiques des problèmes pour les enseignants et les élèves.

¹ Professeure des universités, Centre interuniversitaire de recherche en éducation de Lille (CIREL), Université de Lille.

■ **Une réflexion située dans un cadre rationaliste**

Nous plaçons notre réflexion dans un cadre rationaliste (Bachelard, 1938, 1949) où nous lions intimement la construction de savoirs scientifiques au travail de problèmes explicatifs (Jacob, 1981). Plus précisément, nous concevons l'activité scientifique comme une problématisation (Fabre & Orange, 1997 et les travaux de leur équipe). Par une exploration et une délimitation d'un espace de contraintes empiriques et théoriques, les savoirs scientifiques prennent forme et s'affirment en tant que solutions raisonnées des problèmes explicatifs. Cela se distingue d'une accumulation de faits, rendant l'explication du monde de plus en plus complète et limpide, ou encore d'un ensemble de lois démontrées : l'activité scientifique est considérée comme une construction, en rupture avec la connaissance commune, de savoirs ayant une certaine part d'apodicticité. S'y connaître en sciences, c'est savoir expliquer le monde environnant mais aussi savoir pourquoi nous retenons telle explication et pas telle autre... dans les paradigmes du moment. L'acculturation scientifique n'échappe pas à la tension entre émancipation et asservissement.

■ **L'importance de s'approprier le sens et l'état des problèmes**

Par l'importance que nous accordons au développement du « *sens du problème* » (Bachelard, 1938) et considérant que la connaissance scientifique n'est rien d'autre que « *la réforme d'une illusion* » (Bachelard, 1971), nous pouvons reprendre les distinctions entre mondes faites par Karl Popper (1991) pour caractériser le savoir scientifique. Pour cet épistémologue, celui-ci n'appartient pas à un monde de sujets, il n'est pas à entendre dans le sens de « je connais ». Au contraire, il appartient à un « *monde sans sujet connaissant* », un monde objectif et autonome, dont les « *habitants* » sont les systèmes théoriques, les problèmes et états de ces problèmes (état des discussions, état des échanges d'arguments critiques). Popper parle de troisième monde, qu'il distingue d'un deuxième monde, le monde des expériences conscientes des sujets, et d'un premier monde, le monde physique. L'activité scientifique consiste donc à relier le deuxième monde à un troisième monde dans lequel se rangent les savoirs scientifiques. Ces derniers ne se limitent pas aux solutions des problèmes ; ils sont aussi porteurs des raisons qui font qu'elles ne peuvent pas être autres. Ces savoirs, de par les raisons qui les organisent, donnent une certaine autonomie critique à la pensée qui s'y réfère, tout en conduisant à une culture prédéfinie par la communauté scientifique.

■ **La difficulté de sortir du propositionnel**

Même si les instructions officielles accordent désormais une certaine place aux activités langagières, même si de nombreux enseignants encouragent l'implication des élèves dans la construction du savoir, les textes de savoir construits en classe de sciences tendent à s'en tenir à une transposition des résultats de la science actuelle, sans viser forcément des savoirs raisonnés, sans mettre vraiment l'accent sur la construction des raisons qui structurent ces savoirs. L'École, qui désormais donne de l'importance aux démarches d'investigation à pratiquer tout au long du cursus (école, collège, lycée), peine à se libérer de son penchant pour des textes propositionnels « *qui énonce[nt] des vérités, et se décline[nt] en propositions indépendantes, déconnectées de leur contexte problématique* » (Astolfi, 2005, p.74). Ces difficultés s'expriment par des discontinuités de régime qui hachent le temps scolaire : alors que l'enseignant accepte pendant un moment que les élèves développent leurs propositions explicatives divergentes, voire même qu'ils les discutent, c'est lui qui force le dispositif pour que celles qu'il juge trop éloignées du savoir à maîtriser soient rapidement écartées (Orange-Ravachol, 2010).

■ **Et la difficulté de prendre la posture du tiers**

Les pratiques d'argumentation sont de première importance dans le travail des problèmes. Or, à suivre Christian Plantin (1996), les situations d'interactions fortement argumentatives mettent en jeu trois rôles discursifs : le proposant, l'opposant et le tiers. Le proposant porte une proposition (une thèse) en faveur de laquelle il argumente ; l'opposant tente de réfuter les arguments du proposant et peut contre-argumenter en faveur d'une autre thèse. Quant au tiers, c'est celui qui

prend en charge la question, c'est-à-dire la modalité discursive qui n'est ni du côté du proposant ni du côté de l'opposant, mais qui exprime le doute et le problème. Ces trois rôles ne sont pas distribués une fois pour toutes, un même individu pouvant tenir successivement plusieurs de ces rôles. Si l'adoption du rôle de tiers est une condition d'accès à l'apodicticité des savoirs et l'expression d'une capacité à pratiquer ces savoirs, nous savons aussi combien cette posture est difficilement adoptée par l'élève (Orange, Lhoste & Orange-Ravachol, 2008). Or, elle est le gage de l'appropriation d'une certaine épaisseur des savoirs et de la maîtrise des démarches permettant sa construction, autrement dit d'une certaine émancipation du sujet.

■ Conclusion

Dans toute « *pédagogie* », écrit Jean-Claude Forquin (2001, p.133), c'est-à-dire dans « *toute mise en oeuvre méthodique d'une intention délibérée d'enseignement* », il y a une visée de développement de la raison et un ancrage dans la culture qui jouent à la manière de « *deux "caps" à la fois irréductibles l'un à l'autre et inséparables l'un de l'autre, entre lesquels la pensée de l'éducation hésite et se divise* ». L'enseignement scientifique n'y échappe pas, qui porte intrinsèquement la marque d'une tension entre émancipation et asservissement. L'élève ne doit pas seulement s'approprier un savoir, il doit aussi le faire dans une communauté de culture qui se crée et se recrée sans cesse (Bruner, 2008) autour du développement d'une pensée critique. À concevoir les savoirs comme apodictiques, c'est-à-dire des savoirs tenus par des raisons, ne se réduisant pas à la solution des problèmes mais comportant nécessairement une part argumentative témoignant du choix de cette solution quand d'autres ne peuvent pas être retenues, il nous semble que nous mettons cette tension au service de l'émancipation du sujet et de son intégration dans une communauté de pratiques exigeante. L'élève doit en effet s'émanciper de ses préjugés initiaux pour entrer dans une culture de savoirs critiques. Il s'agit donc bien, didactiquement, de se prémunir sans cesse des dérives que représentent l'attraction exercée par la forme propositionnelle du savoir et la solution du moment. De façon à pousser au bout les conditions et les conséquences de la mise en place d'un régime d'apodicticité, de façon à caractériser les problèmes didactiques qui ne manquent pas de surgir, nous avons conçu des situations forcées (Orange & Orange-Ravachol, 2007 ; Orange, 2010 ; Chalak, 2012). C'est aux fonctions des débats et de leurs marges dans des situations forcées que nous nous consacrons maintenant.

2. Deux cas de débat dans des séquences de classe forcées

■ Le choix du débat et de ses marges

Les démarches d'investigation promues par l'institution, le socle commun de connaissances, de compétences et de culture, ainsi que les circulaires EDD (Éducation au Développement Durable) mettent en avant les débats (confrontations, échanges, etc.). Si nous lions fortement la construction de savoirs scientifiques à l'adoption de postures critiques et au développement d'argumentations, l'investigation et la confrontation des idées explicatives sont fondamentales. Mais ces débats exposent la classe à une ouverture au terme de laquelle l'enseignant et les élèves peuvent ne pas s'y retrouver. Le risque est grand de retomber sur l'assertorique, de se cantonner aux solutions des problèmes, et de mettre aux oubliettes un certain nombre d'expériences de raisons ayant participé à leur élaboration. Nos recherches, initialement centrées sur les conceptions explicatives et les conditions de passage de ces conceptions à des savoirs scientifiques, se sont longtemps focalisées sur le débat. Notre logique actuelle est sensiblement différente. Elle ne repose pas sur la seule évolution des conceptions des élèves. Elle s'intéresse, dans l'entreprise de construction d'un savoir apodictique, aux conditions de sa mise en texte. Cela nous oblige à travailler non plus à la seule échelle du débat mais sur un empan plus large pouvant aller jusqu'à la séquence entière.

■ **Le choix de deux séquences forcées**

Nous appuyons notre étude sur des débats à l'école primaire (mouvements corporels et volcanisme) obtenus dans le cadre de situations forcées. Conduites par une équipe d'enseignants et de didacticiens, de telles situations ont été mises en place pour étudier à quelles conditions les élèves peuvent passer d'une forme propositionnelle à une forme apodictique du savoir. « *Les objectifs pédagogiques incluent les objectifs que l'on fixe habituellement et/ou institutionnellement pour la classe, mais ils prennent aussi en compte le cadre théorique de la recherche. Ils sont définis par le groupe ; ils sont contrôlés par les enseignants. Les objectifs de recherche sont définis par le groupe ; ils sont contrôlés par les chercheurs didacticiens* » (Orange, 2010, p.77). Avant chaque séance, le groupe construit la préparation en fonction de ces doubles objectifs et de ce qui s'est passé avant. Les chercheurs didacticiens, mais aussi les enseignants du groupe, proposent des situations. L'enseignant de la classe dit ce qui lui semble possible ou non, en fonction des caractéristiques de la classe et des élèves. La préparation détaillée (y compris matérielle) est partagée dans le groupe. Après chaque séance un débriefing est fait. Il est suivi (immédiatement ou non) de la préparation de la séance suivante. Dans l'espace limité de notre étude, c'est à l'articulation du débat et du travail sur des « caricatures » de productions d'élèves que nous choisissons de porter attention. Deux séquences nous servent d'appuis.

■ **Une séquence forcée sur les mouvements corporels**

La première séquence que nous retenons est faite dans une classe de cours moyen première et deuxième années (CM1-CM2) de l'école primaire (élèves de 9-11 ans, pour moitié de CM1 et pour moitié de CM2). Construite par notre équipe de recherche², elle porte sur les mouvements corporels, un domaine choisi pour le cadre mécaniste relativement simple dans lequel il se situe. Elle est composée de neuf séances dont voici le contenu :

• **Séances 1, 2, 3**

Par écrit, individuellement (séance 1) puis en groupes homogènes du point de vue des conceptions (séance 2), les élèves tentent de répondre à la question suivante : « *Fais le schéma de ce qu'il y a dans le bras lorsqu'il est en position 1 et en position 2* ». Chaque élève puis chaque groupe disposent d'une feuille (A3 puis affiche) portant les silhouettes d'un membre supérieur tendu et plié et un cadre destiné à accueillir un texte explicatif. La troisième séance est consacrée au débat sur les affiches de groupes.

• **Séance 4**

À partir des affiches de la séance 2, le groupe d'encadrants (enseignants et chercheurs didacticiens) a construit quatre prototypes d'explication (« caricatures ») du mouvement du bras (figure 1 ci-après). Le maître les soumet à la classe en demandant aux élèves d'expliquer laquelle ou lesquelles ne peuvent pas fonctionner et pourquoi. Cela est d'abord fait individuellement et par écrit, puis en groupe, oralement. La classe entière exerce enfin sa critique sur chaque prototype. La séance se termine par un écrit collectif du même type que le premier.

• **Séance 5**

Dans les écrits individuels réalisés à la fin de la quatrième séance, les chercheurs ont sélectionné neuf raisons qui font que certaines représentations du membre ne peuvent pas fonctionner. Les élèves ont en charge de les répartir en trois catégories. Cette activité, qui se fait en groupes puis en classe entière, conduit à dégager trois raisons de non-fonctionnement : « ça tombe », « ça bloque », « ça bouge dans tous les sens ».

² Il s'agit d'Éric Maleyrot, professeur des écoles, de Christian Orange et Denise Orange-Ravachol, enseignants chercheurs en didactique des sciences.

- **Séances 6 et 7**

Les élèves, en groupes, sont confrontés à des documents variés (radios, photographies d'articulation, squelette du membre supérieur) à partir desquels ils doivent identifier « comment c'est dans le bras pour que ça ne tombe pas, ça ne bloque pas, ça ne bouge pas dans tous les sens ».

- **Séances 8 et 9**

La séquence se termine par la mise au point d'un texte collectif (avec schéma) qui est amélioré grâce à l'introduction par le maître de trois textes scientifiques (extraits de documentaires et de manuels).

C'est plus particulièrement aux séances 3 (débat) et 4 (travail sur les « caricatures ») que nous nous intéresserons dans la suite de cette contribution.

Figure 1 - Les quatre caricatures soumises à la critique de la classe
(mouvement du membre supérieur)

■ Une séquence forcée sur le volcanisme

Le deuxième exemple que nous choisissons est une séquence sur le volcanisme mise en œuvre dans une classe de CM2 de l'école primaire (élèves de 10-11 ans). Bien que ne comportant que quatre séances, cette séquence est dans son organisation comparable à celle de la séquence précédente. L'équipe l'ayant conçue est composée de l'enseignante et d'une enseignante chercheure³).

- **Séances 1, 2, 3**

La séance 1 permet aux élèves de développer individuellement leur conception sur le fonctionnement d'un volcan. La consigne est la suivante : « Explique sous la forme d'un schéma légendé et d'un texte comment fonctionne un volcan ». La séance 2 engage les élèves répartis en groupes de conception homogène à produire une affiche répondant à la même consigne. Lors de la séance 3, les groupes présentent et débattent sur leurs explications ; puis les élèves sont invités à se prononcer individuellement sur les quatre caricatures que le binôme enseignante-enseignante chercheure a repérées (figure 2 ci-après).

- **Séance 4**

Après le travail individuel de fin de la séance 3, une grande affiche est préparée par l'enseignante. De façon à insister sur les impossibilités repérées pour chaque modèle, elle y note, sous chacune des caricatures, deux raisons fortes infirmant leur possibilité de fonctionner. Les élèves ont un temps pour réagir puis il leur est demandé de se remettre en groupes et, en se

³ Il s'agit de Léa Johais, professeure des écoles et de Denise Orange-Ravachol, didacticienne des sciences.

basant sur quelques documents fournis, d'expliquer « *comment c'est dans la Terre pour que le volcan puisse fonctionner* ». Cette séance se termine par une mise en commun suivie de la construction d'un texte de savoir.

Comme pour la séquence forcée précédente, c'est au moment de débat et au travail sur les « caricatures » (séance 3) que nous porterons plus particulièrement notre attention.

Figure 2 - Les quatre caricatures soumises à la critique de la classe
(fonctionnement d'un volcan)

Type de volcan
En quoi ce schéma permet-il d'expliquer comment fonctionne un volcan ? Dis bien pourquoi.				
Dis ce que ce schéma ne permet pas d'expliquer.				

■ Discussion

Nous questionnons ce qui se joue chez l'élève lors du passage de la situation ouverte que représente le débat à la situation relativement plus fermée que constitue le travail sur les « caricatures ». Dans la situation ouverte, l'élève produit une explication à partir de préjugés dont il n'a pas clairement conscience ; elle n'est donc pas en soi émancipatrice. Lorsque la situation se referme, le but est de conduire l'élève vers une acculturation scientifique ; ce ne sera pas un assujettissement à de nouvelles idées imposées par la culture si, en même temps, l'élève est capable de développer des arguments critiques qui structurent ce nouveau savoir. Comment fonctionne alors la tension entre l'émancipation des élèves et leur installation dans une nouvelle communauté de pensée ? C'est sur la base des transcriptions des débats de la séance 3 et des productions écrites relatives aux « caricatures » (séance 4 de la séquence sur les mouvements corporels ; séance 3 de la séquence sur le volcanisme) que nous instruisons cette question. Nous nous limitons à chaque fois au cas d'un élève dont la production initiale est éloignée du savoir scientifique visé.

3. Le débat, le travail des caricatures et la tension entre émancipation et acculturation

Il est logique de penser que le débat sur les idées explicatives des élèves peut leur faire prendre conscience de l'existence de plusieurs modes d'explication, les inciter à développer des

argumentations à leur sujet, voire même à identifier et dépasser des impossibilités fonctionnelles. C'est d'ailleurs ce qui se passe tant pour le problème du mouvement du bras que pour celui du volcanisme.

■ Pour le problème du mouvement du membre supérieur

• Le débat

Le groupe 2 (Ha, Ys, Ba) explique le mouvement du membre supérieur par la pliure d'un os apparemment unique s'étirant de l'épaule au poignet (figure 3). Quand Ys aidé d'Ha présente ce travail, il devient clair que l'os unique est un ensemble de trois os attachés, dont un « os du coude ». Le débat qui fait suite à cette présentation questionne principalement cet attachement d'os et les caractéristiques de « l'os du coude ». Le groupe maintient sa position, arguant que s'ils étaient détachés, le bras serait tout mou et incapable de s'étendre. L'articulation est en cela déterminante.

Figure 3 - L'affiche et la présentation du groupe 2

181 Ke : Pourquoi les os du bras vous... vous les avez faits attachés et pas détachés ?

182 Ys : Parce que... parce que ils sont attachés.

183 Ha : Bah alors si ils étaient détachés comment tu vas faire, ça serait, si ils étaient détachés et ils étaient pas attachés toi tu serais comme euh... comment on dit déjà... t'aurais pas d'articulation et puis là ton bras il serait tout mou, t'aurais plus rien, tu pourrais pas le tendre... si il serait cassé.

• Le passage aux « caricatures »

Lorsqu'il s'agit d'étudier les différentes caricatures, Ys reprend l'idée d'attachement des os du membre supérieur développée et affirmée lors du débat par son groupe, en lien avec la forme en boule du coude. C'est ce qui le fait encore tenir à cette proposition initiale (caricature B, figure 4 ci-après) et qui lui sert d'argument fort pour ne pas trouver une complète fonctionnalité aux autres propositions. Mais cet élève est maintenant capable, d'utiliser des arguments qui ont été produits pour justifier son modèle initial et pour analyser d'autres modèles.

Figure 4 - L'écrit d'Ys sur les caricatures (mouvement du membre supérieur)

■ Pour le problème du fonctionnement d'un volcan

• Le débat

Le groupe 3 (Lé, Clo, Cla, Ale) explique le déclenchement et l'intermittence des éruptions. Il met en jeu une poche de lave au sein de l'édifice volcanique et des plaques souterraines qui sporadiquement bougent ce qui entraîne des tremblements de Terre provoquant l'éruption.

Les échanges avec la classe qui font suite à l'exposé du groupe pointent deux types de problèmes :

- 1) l'association entre séisme et déclenchement de l'éruption,
- 2) l'épuisement de la réserve de magma de la poche.

Le groupe s'en empare à la fois en consolidant certains aspects de son modèle (le jeu des plaques souterraines) et en l'aménageant (un réapprovisionnement de la poche par un magma venu du noyau de la Terre). Tout se passe comme s'il s'agissait de ne pas perdre la face, de tenir sur des points peu discutables par la classe, et de surmonter malgré tout les faiblesses du modèle.

⁴ Il semble que l'élève emploie « détachés » dans le sens de « attachés ». L'orthographe des élèves est respectée.

Figure 5 - Le fonctionnement d'un volcan selon le groupe 3

Lave explosive (bouche)

Coulée de lave calme et silencieuse

Ce volcan est en éruption. Il y a le volcan qui est en même temps explosif et silencieux. Le volcan se met en éruption quand il y a un tremblement de terre.

C'est comme le core humain Magmat (estomac)

La plaque (la terre)

41 Clo Alors en fait là c'est le volcan, ça c'est le magma et euh, il est, il remonte à la surface. Ça c'est une coulée de lave calme et silencieuse et euh et euh là qui remonte tout en haut... explosif.

42 Cla Et en fait on a fait un peu comme un corps humain. Là c'est l'estomac et euh là ça remonte... là on a dit que c'était à peu près comme la bouche et puis...

43 Clo Et euh... je lis ?

44 PE Vas-y explique.

45 Clo Ce volcan est en éruption. Il y a le volcan qui est en même temps explosif et silencieux. Le volcan se met en éruption quand il y a un tremblement de terre. En fait c'est quand le volcan euh... le volcan explose quand les plaques euh de terre sont mises dessus et puis euh ça fait un tremblement de terre et puis euh ça met le volcan en éruption.

• Le passage aux « caricatures »

À considérer l'ensemble des présentations des modèles des groupes et les débats associés, nous constatons que les argumentations servent davantage l'acceptation de certains modèles et l'invalidation d'autres. Elles sont « en pour et en contre » et permettent de trier les modèles (pour le modèle global avec une réserve de magma dans le noyau terrestre ; contre le modèle de l'édifice volcanique avec sa « citerne » (sa chambre magmatique, etc.).

Or nous voulons qu'elles servent la construction d'un savoir apodictique, donc que les élèves explorent plutôt l'espace des possibles / impossibles et nécessaires que celui du vrai / faux ; qu'ils ne s'en tiennent donc pas à défendre leur production et à refuser les autres. C'est tout l'intérêt des caricatures, dont l'enracinement dans les modèles explicatifs est avéré, en même temps que la schématisation les dépersonnalise. Suivons le raisonnement de Clo, élève du groupe 3, à leur sujet (figure 6 ci-après).

Figure 6 - L'écrit de Clo sur les caricatures (fonctionnement d'un volcan)

Type de volcan
En quoi ce schéma permet-il d'expliquer comment fonctionne un volcan ? Dis bien pourquoi.	Ce volcan peut être possible parce qu'il y a de la lave.	Ce volcan peut être possible parce qu'il y a le magma.	Ce volcan peut être possible parce qu'il y a un tuyau pour aller chercher la lave.	Ce volcan est possible parce qu'il y a un tuyau pour aller chercher la lave et il y a les plaque.
Dis qu'est-ce que ce schéma ne permet pas d'expliquer.	Ce volcan ne peut pas être possible parce que c'est fermé.	Ce volcan ne peut pas être possible parce que le magma est fermé.	Ce volcan ne peut pas être possible parce que on ne peut pas savoir comment il y a eu le tremblement.	I

La nécessité d'un renouvellement du magma est intégrée par Clo et elle la fait fonctionner au-delà du modèle que son groupe a produit. Elle la retient en effet aussi bien pour le modèle de son groupe (modèle 2) que pour le modèle 1. Tout se passe comme si la dépersonnalisation provoquée par le recours à des caricatures jouait en même temps que la mobilisation d'un problème posé par son affiche à d'autres affiches. Cependant, en comparant ce que cette élève propose sur les caricatures et ce à quoi aboutit globalement la classe (figure 7 ci-après), nous sommes forcée d'admettre que sa généralisation est encore très dépendante de ce qu'elle a initialement produit. En effet, les impossibilités qu'elle pointe (ce n'est pas possible « *parce que c'est fermé* » ; ce n'est pas possible « *parce qu'on ne peut pas savoir comment il y a eu le tremblement* ») font toutes écho aux arguments développés à l'encontre du modèle de son groupe. Ce passage aux caricatures ne paraît donc pas suffisant pour faire basculer l'élève sur une thématisation plus large des possibles et des impossibles, bien qu'elle devienne capable de se construire une posture critique vis-à-vis de son modèle.

4. Éléments de discussion

Les deux cas de situations forcées choisis nous permettent de saisir ce qui se joue, du point de vue du fonctionnement des élèves, lors du passage du débat sur leurs idées explicatives au travail sur les caricatures de ces explications. Les textes sur la fonctionnalité des caricatures qu'ils produisent montrent qu'ils sont bien entrés dans leur signification. Qu'en est-il de la teneur critique de leur discours ?

Avec le passage aux caricatures, les élèves sont ainsi confrontés à d'autres modèles explicatifs possibles, ce qui les conduit à exercer leur esprit critique tant sur leur propre production que sur celle des autres. Cela fait qu'ils élargissent leur palette de possibles (décentration) et cela encourage des prises de recul critique (surveillance des autres et de soi). Ce dynamisme sert donc tout autant leur inscription dans la culture scientifique de la classe que leur émancipation.

Les productions écrites des élèves sur les caricatures montrent qu'ils ne coupent pas les ponts avec leurs productions initiales, même s'ils les aménagent (Clo) : c'est de là que partent les élèves, c'est par rapport à elles qu'ils construisent des raisons (Ys, Clo) dont ils se servent pour prendre en considération d'autres productions (Ys et Clo). C'est la marque de leur intégration dans un monde des problèmes et de leur état, mais c'est un troisième monde fortement lié au deuxième monde. Notons aussi que c'est avec plus de facilité que les élèves pointent les raisons qui font que les modèles explicatifs ne fonctionnent pas plutôt que celles qui font qu'elles fonctionnent (Ys, Clo).

Figure 7- Les raisons produites globalement par la classe (fonctionnement d'un volcan)

<p>- Ça ne pourrait pas marcher car il y a de l'eau en dessous et l'eau ne fait pas une éruption volcanique.</p> <p>- Il n'y a pas rien qui puisse retenir la lave, donc le volcan s'écroulerait sur lui-même. Le volcan ne pourrait même pas exister.</p>	<p>- Le volcan peut marcher mais au bout d'un moment il ne pourra plus jamais marcher car il aura épuisé toute sa lave.</p> <p>- Il ne peut pas marcher car la lave ne peut pas revenir quand il y a eu une éruption.</p>	<p>- Ça n'explique pas comment le tuyau d'en dessous peut se remplir, c'est trop loin pour que ça traverse les roches et la terre.</p> <p>- Le volcan ne peut pas marcher car il n'est pas relié au noyau de la Terre.</p>	<p>- Ça ne peut pas marcher parce que les plaques se croisent et la lave ne peut pas remonter dans le tuyau.</p> <p>- Les plaques ne sont pas sur un volcan en particulier surtout qu'il n'y en a que cinq dans le monde.</p>
<p>- Ca ne pourrait pas marcher car il y a de l'eau en dessous et l'eau ne fait pas une éruption volcanique.</p> <p>- Il n'y a pas rien qui puisse retenir la lave, donc le volcan s'écroulerait sur lui-même. Le volcan ne pourrait même pas exister.</p>	<p>- Le volcan peut marcher mais au bout d'un moment il ne pourra plus jamais marcher car il aura épuisé toute sa lave.</p> <p>- Il ne peut pas marcher car la lave ne peut pas revenir quand il y a eu une éruption.</p>	<p>- Ça n'explique pas comment le tuyau d'en dessous peut se remplir, car c'est trop loin pour que ça traverse les roches et la terre.</p> <p>- Le volcan ne peut pas marcher car il n'est pas relié au noyau de la Terre.</p>	<p>- Ca ne peut pas marcher parce que les plaques se croisent et la lave ne peut pas remonter dans le tuyau.</p> <p>- Les plaques ne sont pas sur un volcan en particulier surtout qu'il n'y en a que cinq dans le monde.</p>

Ce passage du débat aux caricatures semble donc propice à l'émancipation des élèves, du fait qu'il les force à se déplacer de l'ici et maintenant des solutions du problème à la mise en fonctionnement des raisons qui les sous-tendent. Mais ce saut cognitif des solutions aux raisons n'a rien de spontané chez les élèves. Le débat d'avant caricature, que les élèves tendent à rabattre sur le pour et le contre et le tri du meilleur modèle, le montre. C'est l'étayage sophistiqué du maître qui provoque et entretient le processus de développement des raisons : d'abord, dans le débat, par des questions servant à débusquer le possible et l'impossible (et non pas orientées par la recherche du vrai et l'éradication du faux), ensuite par l'introduction de caricatures, plus tard par l'engagement des élèves dans un classement et une dénomination des raisons. Implicitement cependant, et notre étude ne le développe pas beaucoup, il y a aussi l'inscription des élèves dans un cadre de pensée imposé (le paradigme des scientifiques), exigeant de certains élèves une véritable rupture épistémologique (Clo). Pris globalement, ce processus tient du paradoxal : il inscrit l'élève dans un cadre de pensée (asservissement culturel) où il va devoir construire des raisons qui sont des conditions pour pouvoir éventuellement s'en émanciper.

Plus largement, un séminaire de recherche prolonge actuellement ces réflexions sur les fonctions didactiques des caricatures dans d'autres disciplines et sur d'autres aides possibles à la problématisation.

Conclusion

Maintenant que les textes institutionnels se préoccupent fortement de l'appropriation des problèmes par les élèves et qu'ils valorisent leurs investigations guidées par le maître (MEN, 2011), il nous a paru particulièrement intéressant d'étudier ce qui se joue dans les moments de débat où les idées explicatives des élèves s'expriment et se confrontent, et les moments qui leur font suite, où l'enseignant cherche à rabattre la classe vers une explication raisonnée scientifiquement acceptable au niveau d'enseignement considéré. Nous l'avons fait en questionnant sur des études de cas les fonctions d'émancipation et d'acculturation de cette charnière de la démarche. Au terme de cette étude, ces deux pôles nous paraissent toujours indissolublement soudés. Nous remarquons cependant plusieurs choses.

- Pour des problèmes qui « parlent » à tous les élèves (le mouvement du membre supérieur, le volcanisme), les moments de débat permettent à chacun d'entre eux de s'ouvrir à d'autres possibles explicatifs, donc de se détacher de leur propre production tout en la faisant entrer dans un creuset commun (acculturation/émancipation).
- Ce mouvement d'émancipation n'a rien d'automatique, soit parce que des élèves peuvent très bien s'arc-bouter à leur propre production, la défendre à tout prix, se cantonner dans leurs propres préjugés, ou parce qu'ils ne construisent pas suffisamment de repères pour entrer dans celles des autres et élargir ainsi leur champ des possibles.
- Le recours à des artifices didactiques comme les caricatures des différents modèles explicatifs de la classe sont autant facilitateurs d'émancipation que d'acculturation. En dépersonnalisant les modèles explicatifs, ils forcent les élèves à prendre une distance critique avec leur propre modèle et à traiter toutes les propositions de la classe sur un pied d'égalité.

D'un point de vue plus général, ces dispositifs ont la vertu d'obliger les élèves à se surveiller intellectuellement (Bachelard, 1949). Nous nous demandons si l'exercice de cette surveillance intellectuelle du soi n'est pas une façon de tenir la dialectique entre émancipation et acculturation.

Bibliographie

ASTOLFI Jean-Pierre (2005), « Problèmes scientifiques et pratiques de formation », *Les formes de l'éducation. Variété et variations*, Olivier Maulini & Cléopâtre Montandon (éds.), Bruxelles, De Boeck.

BACHELARD Gaston (1971), *Epistémologie. Textes choisis par Dominique Lecourt*, Paris, Presses universitaires de France.

BACHELARD Gaston (1949), *Le rationalisme appliqué*, Paris, Presses universitaires de France.

BACHELARD Gaston (1938), *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Vrin.

BRUNER Jérôme (2008), *Culture et modes de pensée*, Paris, Retz.

CHALAK Haàna (2012), *Conditions didactiques et difficultés de construction de savoirs problématisés en sciences de la Terre : étude de la mise en texte des savoirs et des pratiques enseignantes dans des séquences ordinaires et forcées concernant le magmatisme (collège et lycée)*, Thèse de doctorat, universités de Nantes et Saint Joseph de Beyrouth.

EDUSCOL (2011), *Repères pour la mise en oeuvre d'une démarche répondant au schéma : « Du questionnement à la connaissance en passant par l'expérience »*, En ligne <http://eduscol.education.fr>, consulté le 30 octobre 2018.

FABRE Michel & ORANGE Christian (1997), « Construction des problèmes et franchissements d'obstacles », *ASTER*, n°24, p.37-57.

FORQUIN Jean-Claude (2001), « La pédagogie, la culture et la raison : variations sur un thème d'Ernest Gellner », *La revue française de pédagogie*, n°135, p.131-144.

JACOB François (1981), *Le jeu des possibles*, Paris, Fayard.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2015), *Le socle commun de connaissances, de compétences et de culture (à partir de 2016)*, En ligne <http://eduscol.education.fr>, consulté le 30 octobre 2018.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2006), *Socle commun de connaissances et de compétences*, En ligne <http://www.education.gouv.fr>, consulté le 30 octobre 2018.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2000), *Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école*, BOEN, n°23, 15 juin 2000, En ligne <http://www.education.gouv.fr>, consulté le 30 octobre 2018.

ORANGE Christian (2010), « Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier enseignant », *Recherches en éducation*, HS n°2, p.73-85.

ORANGE Christian, LHOSTE Yvan & ORANGE-RAVACHOL Denise (2008), « Argumentation, problématisation et construction de concepts en classe de sciences », dans Christian Buty & Christian Plantin, *L'argumentation en classe de sciences*, Lyon, INRP, p.75-116.

ORANGE Christian & ORANGE-RAVACHOL Denise (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 5^e rencontres scientifiques de l'ARDIST*, La Grande Motte, octobre 2007.

ORANGE-RAVACHOL Denise (2010), « Collaboration chercheur didacticien / enseignant et choix de l'enseignant en situation scolaire : une étude de cas en sciences de la Terre », *Recherches en éducation*, HS n°1, p.47-59.

PLANTIN Christian (1996), *L'argumentation*, Paris, Presses universitaires de France, coll. « Que sais-je ? ».

POPPER Karl (1981), *La quête inachevée*, Paris, Calmann-Lévy, coll. « Pocket ».