

POSER ET CONSTRUIRE UN PROBLEME EN CLASSE DE SVT

QUELS REPERES POUR L'ENSEIGNANT ?

Yann Lhoste*, Brigitte Peterfalvi**, Patricia Schneeberger***

* Université de Caen-Basse-Normandie,
IUFM, CERSE, ÉA 965
yann.lhoste@caen.iufm.fr

** UMR STEF ENS Cachan,
INRP, UniverSud
brigitte.peterfalvi@inrp.fr

*** Université Montesquieu-Bordeaux 4,
IUFM ;
Université Victor-Ségalen-Bordeaux 2, LACES
49 rue de l'École Normale
F-330 00 Bordeaux
patricia.schneeberger@aquitaine.iufm.fr

Mots-clés : problématisation, inducteurs, productions langagières, interactions didactiques

Résumé En sciences, les textes officiels de l'école élémentaire et du collège incitent les professeurs à partir des conceptions des élèves pour formuler un problème, des questions productives. Nos recherches visent à comprendre ce que l'enseignant met en œuvre pour permettre aux élèves de poser et de construire un problème scientifique. Nos travaux s'appuient sur l'analyse des productions langagières (orales et écrites) que nous mettons en parallèle avec les situations proposées aux élèves. Nous proposons ici une étude de cas dans une classe de seconde pour laquelle nous essayons de suivre le processus de problématisation en mobilisant les travaux de Fabre et Musquer (2009a et b) sur les « inducteurs de problématisation ». Nous montrons l'intérêt que représente ce modèle pour rendre compte des actions de l'enseignant et, après avoir repéré certaines de ses limites, nous proposons quelques aménagements en prenant en compte la question de l'échelle à laquelle on considère ces inducteurs de problématisation.

1. Introduction

Les équipes auxquelles nous appartenons cherchent à comprendre comment des élèves peuvent s'engager dans un processus de construction d'un savoir problématisé en sciences de la vie (du point de vue des dispositifs d'enseignement et du pilotage de ces situations par l'enseignant). Nous nous appuyons notamment sur l'analyse des productions langagières (écrites et orales) pour suivre le processus de problématisation. Nous cherchons ici à préciser le rôle des interventions de l'enseignant dans ce processus de problématisation en relation avec les situations didactiques prévues et mises en œuvre. À partir d'une étude de cas dans une classe de seconde sur le thème de l'organisme en fonctionnement (approvisionnement de l'organisme en dioxygène lors d'une augmentation de l'effort physique), nous essayons de repérer ce que l'enseignant met en œuvre pour permettre aux élèves de poser et de construire un problème scientifique. Nous conduisons nos analyses en mobilisant les travaux de Fabre et Musquer (2009a et b) sur les « inducteurs de

problématisation » qui constituent « des aides bien spécifiques, susceptibles d'activer les schèmes cognitifs de l'élève et ceci par rapport aux différentes opérations du processus de problématisation et de leur contenu » (2009b).

Nos premières analyses nous conduisent à repérer certaines limites de ce modèle pour rendre compte des actions de l'enseignant dans l'enseignement des sciences de la vie. Ces limites sont-elles liées aux spécificités de la problématisation dans ce domaine ? On pourra aborder cette question par un retour sur les modèles de la problématisation en sciences de la vie, notamment, la façon dont se construit la « position du problème », loin d'être évidente et automatique.

Nous présentons, dans un premier temps, une analyse didactique de la situation proposée afin de préciser le problème biologique que les élèves devront prendre en charge et les conditions de possibilité de cette prise en charge. Dans la partie qui suit, nous indiquons en quoi les premières analyses faites en termes d'inducteurs de problématisation avec le modèle de Fabre et Musquer présentent certaines limites. Dans un dernier temps, nous proposons des aménagements de ce modèle, à partir d'une discussion autour de certains points critiques soulevés à propos de son utilisation.

2. Analyse de la séquence proposée

Cette étude s'appuie sur l'analyse d'une séquence réalisée dans une classe de seconde du lycée Michel Montaigne à Bordeaux sous la responsabilité de Laurent Lafond, professeur agrégé de SVT, membre de l'équipe de recherche. Le professeur a construit sa séquence de façon à se rapprocher d'un travail scientifique en associant les élèves à l'élaboration du savoir, avec la préoccupation de ne pas déconnecter le texte du savoir des pratiques mises en oeuvre pour le produire.

2.1 Présentation de l'objet d'étude

Le professeur introduit le chapitre « organisme en fonctionnement »¹ en faisant référence aux connaissances des élèves concernant le chapitre précédent « métabolisme des cellules ». Il présente une image de cellules musculaires et demande aux élèves de répondre à une première question : « *Quelles sont les modifications du milieu extracellulaire du fait du métabolisme des cellules musculaires ?* ». Le tableau 1 présente l'extrait de la fiche de préparation du professeur concernant l'introduction du problème.

Séance 1. Introduction du chapitre

Situation de départ : organisme en fonctionnement. Prise d'appui sur le chapitre précédent « métabolisme des cellules » en partant de l'idée que les connaissances acquises sur le fonctionnement des cellules hétérotrophes permettra de mieux appréhender le fonctionnement d'un organisme constitué de milliards de ces cellules. Présentation d'une image de cellules musculaires

Première formulation du problème : ***Quelles sont les modifications du milieu extracellulaire du fait du métabolisme des cellules musculaires ?***

ACTIVITÉ 1

Situation proposée : Un sujet en bonne santé est au repos (position semi-allongée) et on peut, à tout moment, lui prélever du sang et analyser ce sang pour connaître sa teneur en dioxygène. Les prélèvements ont lieu dans une artère et une veine de la circulation générale.

¹. La séance présentée correspond à la deuxième séance d'une longue séquence qui « a pour objectif de sensibiliser les élèves à la notion d'intégration des fonctions dans l'organisme. Le support choisi est l'étude des variations des paramètres cardio-respiratoires du corps humain au cours de l'effort physique. Elle repose sur des acquis essentiels du collège tels que le rôle des nutriments et du dioxygène, celui des échanges gazeux et de la ventilation pulmonaire » (BO hors série, n° 2 du 30 août 2001).

Productions élèves demandées qui seront utilisées lors de la deuxième séance : les élèves doivent prévoir l'évolution en fonction du temps des résultats de dosages **de la concentration en O₂** du sang artériel et veineux au repos.

Séance 2. Cours 1

ACTIVITÉ 2

Situation proposée : 3 ou 4 élèves au tableau viennent compléter des graphiques préparés. Discussion centrée sur les raisons qui ont conduit à choisir tel ou tel tracé. Validation par le professeur qui donne les valeurs obtenues par des mesures (réelles)

2. Même chose pour un effort stable dans trois cas (effort modéré, intense, très intense)

ACTIVITÉ 3

1^{re} partie de l'activité 3 : *Quelles prédictions sur les tendances pendant un effort ?*

Les élèves doivent compléter trois graphiques (effort modéré, intense et très intense : description des situations avec sujet courant sur tapis roulant à allures croissantes). Ils doivent représenter les concentration en O₂ du sang artériel et en O₂ du sang veineux en régime permanent (alors que l'effort est lancé depuis une minute : effort stable).

Construction d'un graphique : À partir des quatre graphiques obtenus, le prof explique aux élèves comment construire le graphique de la concentration d'O₂ en fonction de l'effort.

2^e partie de l'activité 3 : Rédaction d'un texte qui propose des mécanismes de maintien de la concentration en O₂ du sang artériel à valeur constante.

Tableau 1: Extrait de la fiche de préparation du professeur

Ce travail, qui a duré environ deux heures, a été conçu par le professeur dans le but de poser le problème suivant : « Comment expliquer le maintien constant du taux d'O₂ dans le sang artériel lors d'un effort physique ? ». Ce problème relève du paradoxe suivant : l'augmentation de l'intensité de l'effort se traduit par une augmentation de la consommation de dioxygène par le muscle **alors que** la concentration en O₂ du sang artériel reste constante. Cela semble contradictoire avec l'idée commune selon laquelle, pour expliquer l'augmentation de la consommation de dioxygène par le muscle, une augmentation de la concentration du sang qui arrive au muscle en dioxygène serait nécessaire. Cela pose la question des relations entre problème et obstacles que nous prenons en charge dans notre recherche. C'est bien parce que cette idée commune est un obstacle que le paradoxe en est un et qu'un problème peut ainsi émerger.

2.2 Les choix du professeur

Il est inhabituel chez les enseignants de travailler cette partie du programme de cette façon qui peut paraître trop abstraite pour les élèves car elle s'appuie sur une conception du fonctionnement de l'organisme que les élèves ne maîtrisent pas. Généralement, les enseignants mettent en avant d'une part l'idée de « *couplage* » entre l'activité cardio-respiratoire et l'apport de dioxygène aux muscles, couplage attribué à l'organisation de l'appareil circulatoire, et d'autre part l'idée « d'intégration » limitée à l'action du système nerveux. Dans cette perspective, les activités pratiques ont pour finalité d'illustrer ces deux idées de couplage et d'intégration sans passer par la construction d'un problème, comme c'est le cas dans le travail présenté ici.

Pour que les élèves puissent formuler le problème que le professeur a choisi de travailler, il faut qu'ils puissent raisonner à partir de données qui doivent permettre la mise en évidence de ce paradoxe (notamment le fait que la concentration en O₂ du sang qui arrive au muscle est la même au repos ou à l'effort). Il semble important que le problème soit posé à travers ce paradoxe car c'est une condition de possibilité d'entrée dans une explication physiologique. En effet, il faudra que les élèves mettent en relation la variation des paramètres cardiorespiratoires observés intuitivement lors d'une activité physique (fréquence et amplitude respiratoire; fréquence cardiaque et volume d'éjection systolique) avec, non pas une augmentation de la concentration en O₂ du dioxygène du sang artériel, mais avec une augmentation du réapprovisionnement en O₂ du

sang venant des muscles pour maintenir la concentration en O_2 du sang allant aux muscles constante, afin de construire un modèle qui pourrait ressembler à celui présenté sur la figure 1. Ainsi, les élèves devraient être conduits à passer de raisonnements en termes de concentration de O_2 dans le sang à des raisonnements en termes de débit (ventilatoire, et sanguin). Le professeur a choisi de privilégier une conception du vivant qui mette en jeu différents systèmes en interaction tout en considérant que l'entrée d'oxygène dans le sang est une conséquence de la consommation d'oxygène par les cellules.

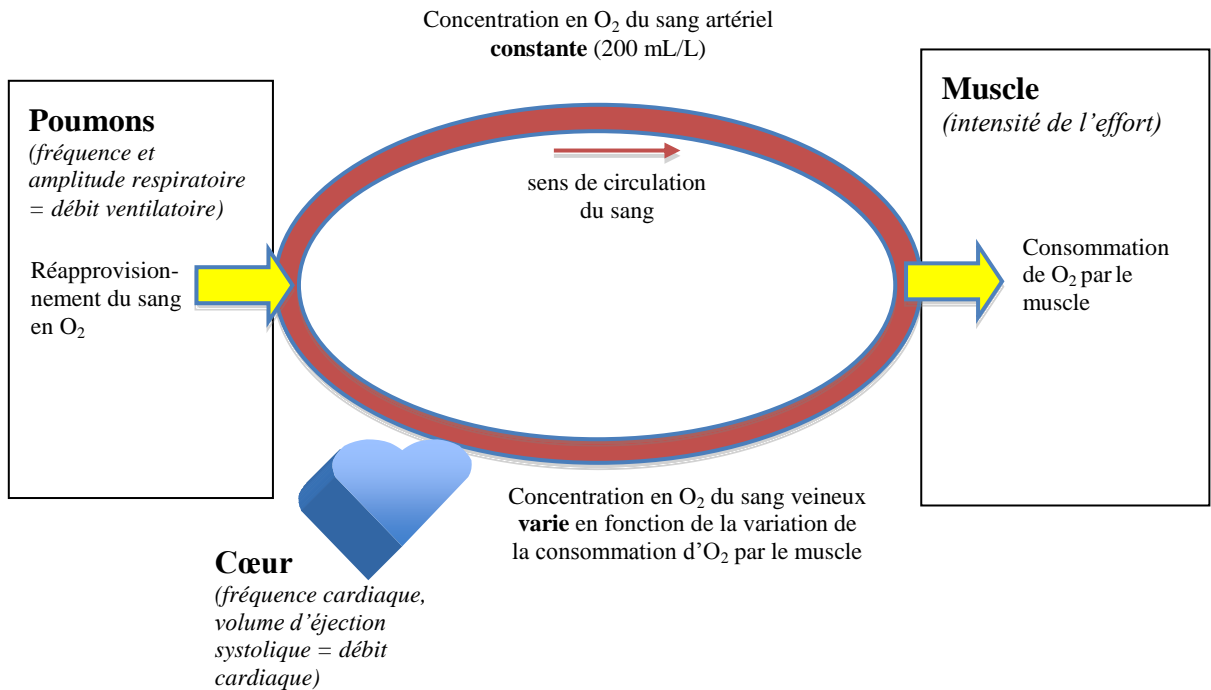


Figure 1 : Schéma bilan qui permet d'expliquer l'augmentation des paramètres cardiorespiratoires lors d'un effort physique

3. Une analyse du corpus en termes d'inducteurs de problématisation

Les données sur lesquelles nous nous appuyons dans cette communication comprennent : la préparation de l'enseignant ; les productions des élèves concernant la prédiction de l'évolution des concentrations en dioxygène du sang artériel et du sang veineux au repos ; la transcription de la discussion critique de ces productions.

3.1 Etude préalable

Dans une précédente contribution (Schneeberger & Lhoste, 2009), nous avons analysé le dispositif proposé par l'enseignant en termes d'« inducteurs de problématisation » (figure 2). Nous avons identifié comme inducteur les aides fournies par la question, puisque celle-ci met l'accent sur les deux éléments que les élèves devront mettre en relation pour pouvoir poser le problème en termes physiologiques : le maintien constant du taux d' O_2 dans le sang artériel et l'augmentation de la consommation d'oxygène pendant l'effort physique. De plus, la question prévue par l'enseignant attire l'attention sur le fait que *l'oxygène consommé par les cellules provient du sang*. Nous avons alors identifié des inducteurs de problématisation de type b qui spécifient les données du problème (Fabre et Musquer, 2009a, p. 51). Comme la question appelle une explication de la part des élèves, c'est aussi un inducteur de type a, puisqu'on indique aux élèves « la forme que

devrait revêtir la solution attendue » (ibid., p. 48), ce qui constitue une condition pour produire cette solution.

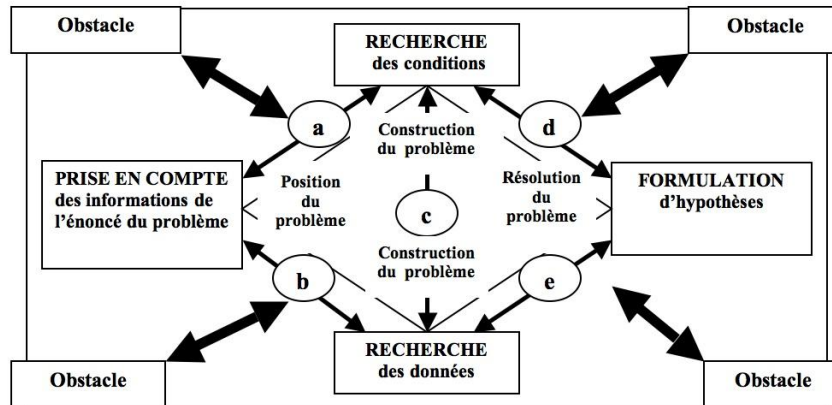


Figure 2 : Le losange de la problématisation (Fabre & Musquer, 2009)

Dans l'anticipation faite par le professeur de sa séquence, nous avons distingué plusieurs types d'aide prévue mais ces inducteurs potentiels ne peuvent devenir des inducteurs effectifs que par la régulation effectuée par l'enseignant au cours de échanges. Cependant l'analyse des productions des élèves montre des différences selon les élèves, dans l'évolution de leur questionnement. Certains élèves, ont des difficultés à appréhender le paradoxe que le professeur a introduit en envisageant les conséquences de l'activité musculaire sur la composition du milieu intérieur. Lisa, par exemple, n'a pas renoncé à sa position, énoncée comme « allant de soi » : « Je pense que si le dioxygène reste constamment à la même valeur dans le sang artériel, c'est parce que notre organisme puise de l'oxygène de la même façon quel que soit l'effort produit par les muscles. Il ne fait pas la différence et c'est aux poumons de s'adapter, car le niveau d'oxygène dans l'air ne change pas ».

3.2 Nécessité d'un long détour

L'analyse du verbatim des deux premières séances montre que les élèves ne prennent pas en compte ces éléments et que la position du problème n'est explicitée par l'enseignant qu'à la suite d'un long travail qui s'appuie sur une comparaison, à la séance 2, des productions des élèves réalisées à la séance 1 (courbes de variation supposée de la concentration du sang artériel et veineux en fonction du temps, au repos, puis avec un effort croissant) : « Maintenant, vous allez rédiger un texte pour expliquer comment ce taux d'O₂ est maintenu constant dans le sang artériel alors que l'effort va croissant » (intervention 95 de l'enseignant).

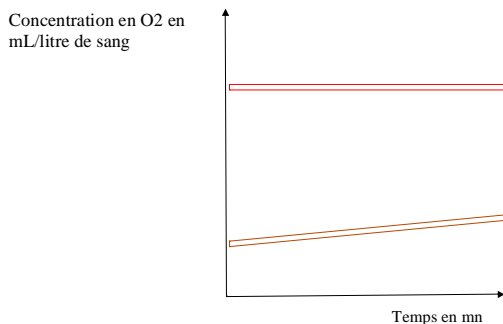


Figure 3 : Production 1 correspondant aux prévisions d'un groupe d'élèves, dont B fait partie ; en haut courbe d'évolution de la concentration en oxygène du sang artériel, en bas, du sang veineux (au repos).

12- E3.	- Je ne comprends pas comment on peut avoir plus d'O2 à la fin qu'au début
13-P.	- Tu as entendu Benjamin ? Si vous parlez en même temps les autres ce ne sera pas possible. Yann merci. Le fait d'avoir plus d'O2 à la fin qu'au début qui lui paraît bizarre
14-B.	- Y a plus d'O2 qui rentre (la ligne rouge) que d'O2 qui ressort. En fait y en a de moins en moins parce que il en consomme moins mais il en rejette plus
15-P.	- C'est pour ça que vous ne comprenez pas. Certains d'entre vous parlent de chaque ligne et voit une augmentation de la quantité d'O2 dans le sang veineux au cours du temps. B est en train de dire attention les 2 quantités sont liées. B regarde les 2 en même temps et l'écart qu'il y a entre les 2. Si on regarde l'écart ici on voit que les muscles ont pris plus qu'ici (à la fin). Ils ont pris moins d'O2. Il reste plus de O2 dans le sang veineux. D'après lui, plus le temps passe, plus l'organisme se relâche et se met au repos et moins il consomme d'O2.
16-E3.	- Oui mais vous avez dit qu'il était déjà au repos
17-P.	- Ça pose un problème parce que la situation de repos est stable. Ça prouve que je n'ai pas forcément été très clair. Tu penses qu'il va s'endormir
18-B.	- Il consomme le moins d'O2 possible /du moment qu'il dort pas, il a encore de la marge
19-P.	- Ça permet de se dire que ce qui est important c'est pas chaque courbe indépendamment l'une de l'autre c'est les 2 en même temps c'est l'écart entre les 2/c'est le même sang qui est passé à travers le muscle.

Tableau 2: Extrait de la transcription du début de la discussion sur la production 1

Alors que nous avons codé, à partir de l'analyse de la préparation de l'enseignant, la question de départ (qui engage l'activité 1) comme un inducteur de position du problème (qui spécifie à la fois les données et les conditions du problème), il aura fallu deux séances pour que la question de départ se transforme en un véritable problème biologique pour les élèves. De plus, nous n'avions pas réussi à indiquer l'orientation 1 (de la position vers la solution) ou 2 (de la solution vers les données, conditions ou position) des inducteurs a et b, ou plus précisément du processus que l'inducteur est censé susciter.

Cette première mise en relation de l'analyse de la situation proposée aux élèves et de sa mise en œuvre en termes d'inducteurs de problématisation nous permet de pointer quelques critiques relatives à l'état d'élaboration actuel du modèle des inducteurs de problématisation de Fabre et Musquer. Ce sont ces points critiques que nous allons développer dans la section suivante.

4. Discussion du modèle des inducteurs de problématisation de Fabre et Musquer (2009)

4.1 Plusieurs niveaux d'analyse

L'orientation du processus que l'inducteur est censé susciter, associé à un codage de type 1 (de la position du problème vers la solution dans le modèle de Fabre et Musquer) ou de type 2 (de la solution vers la position du problème), nous semble déterminante dans le cadre du dispositif mis en place par l'enseignant. Ici, la critique des solutions envisagées par les élèves lors de la séance 1 tient une place essentielle, ce qui est très différent d'une situation où les élèves auraient à appliquer des connaissances construites au préalable pour produire une solution. Ici globalement, c'est la critique des premières productions des élèves, avec l'ensemble des éléments construits à cette occasion, qui aboutit à la position d'un problème. Il s'agit ici d'une première analyse à l'échelle des deux séances présentées (échelle macroscopique) :

- Séance 1 : question de départ -> solutions des élèves
- Séance 2 : critique des solutions -> position du problème scientifique

Cette première analyse peut être croisée avec une analyse microscopique qui nous permet d'identifier des interventions ponctuelles de l'enseignant qui permettent de construire localement des conditions à prendre en compte ou à mobiliser des données pour pouvoir globalement poser le problème. Ainsi, au cours de la critique des différentes productions des élèves (accompagnée le plus souvent d'une explicitation de ce que voulaient expliquer les élèves qui ont produit l'explication critiquée), l'enseignant réussit à poser le problème scientifique (le paradoxe défini à la section 2) à un moment où il lui semble que les élèves peuvent le reconnaître en tant que tel (intervention 95), car différentes conditions concernant les façons d'envisager les relations entre données (conditions opératoires) ont été identifiées par les élèves.

Il s'agit notamment de prendre en compte les deux courbes à la fois, de façon que leurs décalages renseignent par la différence entre le taux de O₂ veineux et artériel sur la consommation de O₂, ce que les élèves ne font pas spontanément, puisqu'ils se centrent *a priori* sur une seule courbe à la fois. La construction de cette condition opératoire se fait dans la séance 2 entre les interventions 1 et 95 (avec les interventions 15 et 19 de l'enseignant dans l'extrait proposé ci-dessus). Dans la situation proposée ces conditions procédurales ou opératoires sont indispensables car les données pertinentes à prendre en compte dans le problème biologique traité (la consommation en O₂, le réapprovisionnement en O₂) **ne sont pas des données directes**, on ne peut les mesurer qu'en passant par l'intermédiaire des concentrations en O₂ à un facteur multiplicatif prêt :

Conso O₂ = (Concentr. O₂ artériel – Concentr. O₂ veineux) x débit sanguin.

C'est la raison pour laquelle on étudie ces courbes de concentration en O₂ artériel et en O₂ veineux dans des conditions d'effort, de repos... stable pour que Conso O₂ soit bien corrélée à l'écart entre Concentr. O₂ artériel et Concentr. O₂ veineux.

Ce type d'inducteur est loin d'être anodin. La condition opératoire à construire pour rendre possible à la fois une formulation du problème et une solution s'oppose ici à un obstacle. Pour que le problème puisse être posé, l'enseignant doit intervenir de façon à décentrer les élèves de leur mode opératoire spontané, impliquant la prise en compte d'une seule courbe à la fois. Cet inducteur est d'autant plus nécessaire qu'il s'agit là d'un obstacle, c'est-à-dire d'un mode opératoire dont les élèves n'auront pas tendance à s'éloigner sans cette intervention de l'enseignant

Dans un autre ordre d'idées, notons que cette phase du travail contribue en outre d'inscrire les élèves dans une communauté discursive scientifique scolaire en précisant la façon dont la classe va s'appuyer sur une approche quantitative pour étudier le problème en question ; elle correspond à une dimension de l'acculturation scientifique.

4.2 Des propositions d'aménagement du modèle

Il y a un risque à mener une analyse trop analytique qui négligerait les grands processus comme celui qui mène à la position du problème qui est pourtant une dimension essentielle des problématisations scientifiques (Bachelard, 1938). Même si, comme ici, le problème scientifique est potentiellement contenu dans la question posée par l'enseignant, ce n'est généralement pas le problème scientifique que les élèves prennent en charge dans un premier temps et il y a tout un temps de « *maturation du problème* » (Host, 1978/1998, p .240-241) qui correspond au déplacement de la question de départ vers la position du problème scientifique, dans le temps de l'interaction entre le professeur et les élèves. De ce fait, la question de l'échelle à laquelle on considère ces inducteurs de problématisation est une question théorique importante qui doit être regardée de près.

Dans le corpus que nous avons analysé, nous pouvons proposer, pour faire évoluer le modèle des inducteurs de problématisation :

- De distinguer des macroinducteurs (qui doivent susciter les grands mouvements indiqués ci-dessus), et des microinducteurs (qui pourraient jouer de façon régulatrice pour que les macro-inducteurs deviennent effectifs), en notant les macroinducteurs par des lettres majuscules (A, B, C, D & E) et les microinducteurs par des lettres minuscules (a, b, c, d, & e).
- D'ajouter aux inducteurs de type a, b, c, d et e proposé par Fabre et Musquer, des inducteurs f et g, respectivement inducteur de position de problème et inducteur de production de solutions.

Enfin, au fil des échanges, la question de départ est reprise selon différentes façons par les élèves et le professeur, ce qui donne lieu à une sorte d'enchaînement problématique jusqu'à la formulation du problème. Nous sommes ainsi conduits à faire intervenir une succession de losanges de problématisation (figure 3). Il convient de préciser que, sur cette représentation, le losange correspondant à l'activité 2, c'est-à-dire au débat sur les premières productions des élèves, est un losange orienté en miroir par rapport aux deux autres qui sont orientés comme celui présenté dans la figure 1. En effet, cette situation a pour but de rassembler les données et les conditions qui vont servir à poser le problème, par exemple : en régime stable la concentration du sang en O₂ ne varie pas ; la consommation augmente lors de l'effort physique. Il s'oriente de solutions (supposées puis discutées) à gauche, vers l'énoncé du problème à droite et non pas de la position du problème à gauche vers les solutions à droite.

Les traits horizontaux pointillés indiquent que les « conditions » utilisées ou construites dans un des problèmes sont reprises dans le problème suivant pour être soit utilisées comme condition (nécessités construites préalablement devenant des contraintes), soit déconstruites (raisonnement en termes de concentration dans les modèles explicatifs implicites sous-jacents aux courbes construites, pour passer à des raisonnements en termes de débits).

Ces passages sont guidés par le professeur durant la séance. Ainsi, comme nous l'avons indiqué plus haut, les interventions 15 et 19 (tableau 2) du professeur permettent d'énoncer une condition opératoire concernant la lecture des courbes et de traduire les propositions des élèves pour orienter la critique de leurs hypothèses avant de les confronter aux résultats empiriques réels. Dans la suite de la discussion, le professeur s'assure à plusieurs reprises que les élèves raisonnent en terme de consommation d'oxygène. : « *L'écart se réduit entre les deux (courbes), ça signifie que la consommation de O₂ baisse. Tout le monde est d'accord ?* » (en 34)

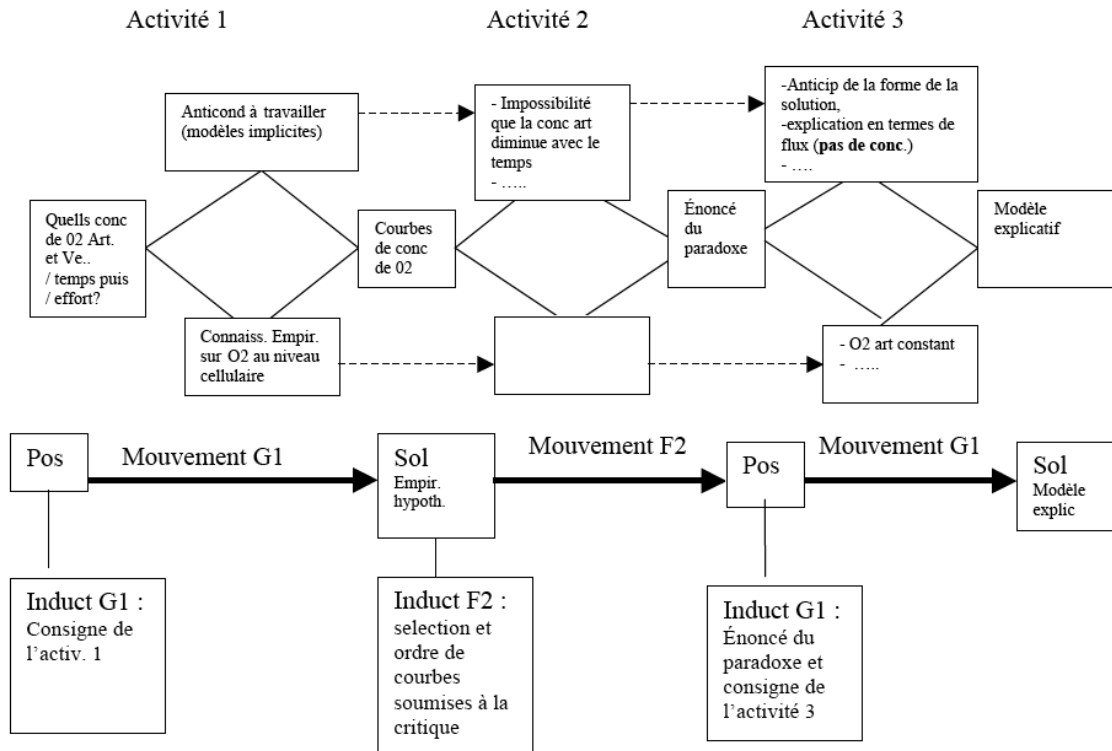


Figure 4 : Interprétation des trois séances du corpus seconde à partir du modèle des inducteurs de problématisation modifié

Cette représentation nous permet de faire figurer ainsi les grands mouvements (de production de solution et de position du problème) que sont censés susciter les macroinducteurs F et G et les micro-inductions qui pourraient figurer sur chaque losange (correspondant à un problème comme dans la figure 2) et de montrer ainsi comment se jouent les interactions entre les différents inducteurs au cours d'un débat.

Pour compléter le modèle, il resterait à situer comment les inducteurs prennent en compte les obstacles associés au problème. Nous avons vu deux types d'interactions entre obstacles et problème :

Le premier est à l'origine même du paradoxe sur lequel repose le problème traité. La considération de courbes de concentration de O₂ dans le sang, proposées dès la première question de la situation de départ, renforce sans doute dans un premier temps l'obstacle, qui consiste à expliquer la possibilité de variations de consommation d'oxygène par des variations de concentration d'oxygène dans le sang artériel. On peut dire que l'activation de cet obstacle est un inducteur de problématisation, sans lequel le paradoxe énoncé n'en serait pas un. Il contribue à la position du problème. Peut-on le considérer comme un inducteur de type a₂ du modèle de Fabre et Musquer (des conditions vers la position du problème) ? Le problème ne pourra trouver de solution satisfaisante que lorsque les raisonnements en termes de variations de concentration seront abandonnés au profit de raisonnements en termes de variations du débit sanguin. L'inducteur consistait ici à renforcer dans un premier temps l'obstacle par un des éléments constitutifs de la tâche de départ.

Le second, par la centration sur une seule courbe à la fois, s'oppose à la condition opératoire nécessaire pour raisonner en termes de mesure indirecte de la consommation : prendre en compte des différences de concentration par la prise en compte simultanée des deux courbes. Alors que le premier obstacle était à l'origine du problème, celui-ci s'oppose à sa construction. Les inducteurs

de problématisation sont pour cet obstacle plutôt les interventions de l'enseignant (15 et 19) qui, au cours de la discussion (de critique des solutions proposées par les élèves), attirent l'attention sur la nécessité de prendre en compte les deux courbes et sur le fait qu'on ne peut pas comprendre en n'en prenant qu'une à la fois.

Ces deux obstacles jouent différemment par rapport à la problématisation et les inducteurs correspondants sont différents. La façon de les situer par rapport au modèle reste à préciser.

5. Conclusion

L'utilisation du modèle de Fabre et Musquer pour appréhender le processus de problématisation nous a donné les moyens de comprendre en partie comment l'enseignant guide l'évolution du questionnement des élèves et de repérer ce qui est mis en jeu dans la position du problème. Cette utilisation nous a conduit à un enrichissement du modèle et du système de codage correspondant qui a permis une analyse plus pertinente de notre corpus mais il conviendrait de le mettre de façon plus systématique à l'épreuve en le testant sur d'autres corpus.

Nous avons précisé comment intervient la dialectique entre macroinducteurs (dans le dispositif et les consignes) et microinducteurs (dans les échanges langagiers entre l'enseignant et les élèves), dans le processus de problématisation. Il nous semble que ce modèle des inducteurs de problématisation, en apportant des pistes pour interpréter cette dialectique, pourrait aider à analyser finement la conduite des débats scientifiques en classe.

Alors que les autres représentations (comme celle des espaces de contraintes) donnent davantage à voir le produit de l'activité de problématisation, la schématisation que nous proposons donne à voir les différentes opérations du travail de problématisation et sert de support pour interroger les fonctions de certains inducteurs. Nous avons également souligné que ce modèle pourrait être un nouvel outil d'analyse pour reprendre les questions comme celles relatives aux relations entre obstacles et problématisation et les questions relatives à l'acculturation scientifique. Ces derniers points sont actuellement à l'étude dans les travaux que nous conduisons dans le cadre de cette recherche.

6. Références et bibliographie

- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- Fabre, M. & Musquer, A. (2009). Vers un répertoire d'inducteurs de problématisation. Analyse d'une banque de situations-problèmes. *Spiral-E*, n° 43, p. 45-68.
- Fabre, M. & Musquer, A. (2009, à paraître). Comment aider l'élève à problématiser ? Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'Éducation pour l'Ère Nouvelle*.
- Host, V. (1978). Les démarches spontanées d'apprentissage et la formation scientifique. *Éducation et développement*, n° 128.
- Lhoste, Y. & Peterfalvi, B. (2009). Problématisation et perspective curriculaire en SVT : l'exemple du concept de nutrition. *Aster*, n°49, p. 77-106.
- Schneeberger, P. & Lhoste, Y. (2009). Quelles interventions de l'enseignant pour permettre aux élèves de construire des problèmes en classe de SVT ? Comment aider les élèves à faire évoluer leur questionnement ? *6e colloque du réseau PROBLÉMA*. 28 et 29 mai 2009. Porto (Portugal)