



HAL
open science

Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique en 3e. Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique

Yann Lhoste

► **To cite this version:**

Yann Lhoste. Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique en 3e. Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique. Aster, 2006. hal-02466649

HAL Id: hal-02466649

<https://hal.science/hal-02466649>

Submitted on 4 Feb 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La construction du concept de circulation sanguine en 3^e

Problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique

Yann Lhoste, IUFM Basse-Normandie ; CREN, université de Nantes, ÉA2661 ; yann.lhoste@caen.iufm.fr

Cette contribution vise à étudier comment des élèves âgés de 14-15 ans s'engagent dans la construction du concept de circulation sanguine, au cours d'un débat scientifique sur le thème de la nutrition humaine. L'analyse du débat menée croise deux approches : celle de la problématisation, telle qu'elle est développée par Christian Orange au sein du centre de recherche en éducation de Nantes et celle de l'argumentation des élèves. Cette analyse de l'activité argumentative des élèves s'ancre dans le cadre défini par certains psycholinguistes qui s'appuient sur les travaux de Vygostki, Bakhtine, Grize et Bronckart (en mobilisant les concepts de schématisation et d'hétéroglossie). Cette double analyse permet de rendre compte du processus de conceptualisation à l'oeuvre dans le débat scientifique. Elle permet aussi de mieux comprendre la dynamique du débat et les stratégies mobilisées par les élèves de 3^e pour construire le concept de circulation sanguine.

Cette contribution fait suite à l'article paru dans le numéro 40 d'Aster (Lhoste, 2005). Elle cherchera à comprendre comment des élèves de 14-15 ans sont engagés dans la construction du concept de circulation sanguine lors d'un débat scientifique sur le thème de la nutrition.

Après avoir développé le cadre théorique de nos recherches, nous présenterons une étude de cas dans le cadre de trois séances avec des élèves de 14-15 ans sur le thème de la nutrition. À partir de cet exemple, il s'agira d'explicitier les liens entre la conceptualisation, la problématisation et l'activité langagière, en particulier argumentative, des élèves qui leur permettent d'accéder à un savoir scientifique.

Cette étude présentera, dans un premier temps, la façon dont les élèves conçoivent la circulation sanguine avant apprentissage. Ces conceptions nous serviront à comprendre sur quoi ils s'appuient lorsqu'ils s'engagent dans le débat scientifique.

À partir d'une analyse épistémique des interventions des élèves dans ce débat scientifique, conduite selon la méthodologie de C. Orange (2000), nous identifions la façon dont le concept de circulation sanguine s'est construit par la détermination des « *raisons* », c'est-à-dire des contraintes et des nécessités pour reprendre les termes de C. Orange (2003).

Dans un second temps, nous procéderons à l'analyse de l'activité argumentative des élèves lors de la construction de la nécessité d'une distribution par circulation. Cette analyse microscopique nous permettra d'établir des liens entre l'activité langagière des élèves et la problématisation.

Enfin, nous suivrons le devenir de cette nécessité au cours du débat ce qui nous donnera des informations sur la dynamique de la problématisation et de la conceptualisation dans le débat scientifique.

I. Le cadre théorique de la problématisation

Il est d'abord nécessaire de définir les caractéristiques des savoirs scientifiques et de l'activité scientifique que nous retenons en nous appuyant sur les travaux des épistémologues contemporains. Cela va nous conduire, en explicitant le lien entre problème et savoir, à identifier la dynamique de la construction des savoirs et les conditions de leur genèse.

1.1. Les caractéristiques d'un savoir scientifique

• Un savoir scientifique est de nature explicative

Pour Popper (1991/1998, p. 297), « *le but de la science, c'est de découvrir des explications satisfaisantes de tout ce qui nous étonne et paraît nécessiter une explication* ». À la suite de Popper, de Toulmin (1973, p. 113-114) et de Jacob (1981, p. 29), nous pouvons dire que le savoir scientifique est de nature explicative¹. Même si Bachelard ne mentionne pas explicitement le terme d'explication, préférant utiliser l'expression « *rendre raison d'un phénomène* » (Bachelard, 1949/1998, p. 3), il s'inscrit bien dans ce courant lorsqu'il distingue cette dernière activité de la « *simple description d'une organisation* » (*ibidem*, p. 39).

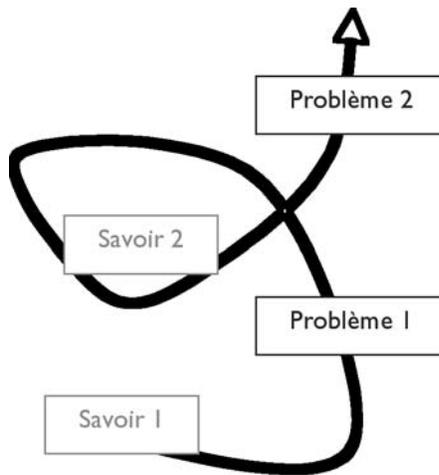
• Une relation circulaire entre problème et savoir

Aussi, nous pouvons dire, dans une première approche, que la connaissance scientifique découle d'un problème (Bachelard, 1938/1993, p. 14 ; Popper, 1991/1998, p. 230). On peut ainsi mettre en place un premier lien entre le problème et le savoir scientifique : un problème conduit à un savoir scientifique.

¹ Les explications produites par la science seraient en cela proches des mythes mais s'en distingueraient notamment par une tradition d'analyse critique des explications produites.

Ce lien donne une indication du mouvement de la pensée mais ne permet pas encore de rendre compte de la conception de ces épistémologues. Une nouvelle connaissance peut provenir de la résolution d'un problème mais, pour résoudre ce dernier, il faut déjà pouvoir le comprendre ce qui implique de posséder au préalable un minimum de connaissances qui permette de percevoir le problème comme tel (Popper, 1991/1998, p. 261). Cela donne un schéma spiralaire qui peut représenter le mouvement de la pensée dont parle Bachelard (1949/1998, p. 65) (document I).

**Document I. Le mouvement de la pensée
organisée entre le savoir et les problèmes**



Le savoir 1 permet de percevoir le problème 1. La résolution du problème 1 fonde un nouveau savoir, le savoir 2 qui a une valeur de réorganisation du savoir 1. Ce nouveau savoir permettra alors de percevoir d'autres problèmes que ne permettait pas d'appréhender le savoir 1.

Bachelard (1949/1998, p. 35) et Deleuze attirent notre attention sur l'importance de ce lien entre les savoirs et les problèmes : « le problème a beau être recouvert par les solutions, il n'en subsiste pas moins dans l'idée qui le rapporte à ses conditions, et qui organise la genèse des solutions elles-mêmes. Sans cette idée, les solutions n'auraient pas de sens. » (Deleuze, 1969, p. 70). Le problème ne disparaît donc pas lors de sa résolution : au contraire, sans problème, les solutions n'auraient aucun sens. Ce lien dynamique et circulaire entre les savoirs et les problèmes est aussi une caractéristique des savoirs scientifiques.

• Un savoir scientifique a une dimension sociale

Enfin, une autre caractéristique des savoirs scientifiques découle d'une analyse de l'activité scientifique par Kuhn (1983). Il met en avant le rôle important de la

communauté scientifique dans l'activité scientifique². Pour prendre en compte cette dimension sociale de l'activité scientifique, nous pouvons considérer, à la suite de M. Fabre et C. Orange (1997, p. 38), qu'un savoir ne peut acquérir une valeur scientifique que dans la mesure où il a été soumis à la critique des pairs. Cela a deux conséquences : d'une part, le savoir doit être partagé avec les autres pour accéder au statut de savoir scientifique ; d'autre part, le savoir scientifique doit avoir été soumis à la critique des pairs, ce qui lui permet d'atteindre un caractère de nécessité ou d'apodicticité³. Canguilhem (1965/2003, p. 58) met en avant ce caractère apodictique du savoir lorsqu'il affirme que « *connaître, c'est moins buter sur le réel que valider un possible en le rendant nécessaire* ». Et si « *les explications perdent tout caractère de nécessité* », ce ne sont plus des savoirs scientifiques, mais de « *simples réponses factuelles qui se succèdent au hasard* » (Fabre, 1999, p. 194).

Cette approche rationaliste du savoir scientifique nous amène à nous interroger sur la façon dont les enseignants peuvent engager leurs élèves dans la construction de tels savoirs.

1.2. Construction des savoirs scientifiques en classe et problématisation

Les intentions didactiques qui nous ont amené à mettre en place les situations de classe analysées dans cette recherche proviennent des travaux menés par C. Orange en didactique des sciences de la vie et de la Terre (SVT) (1993, 2002, 2005) et par l'équipe du CREN, sous la direction de M. Fabre & C. Orange (Fabre, 1993, 1999, 2005 ; Fabre & Orange, 1997). Ces travaux montrent que la problématisation en SVT permet la construction des raisons qui donnent accès à un savoir ayant un caractère de nécessité.

Pour éviter ce que Fabre (2003, p. 145) appelle la « *pensée plate* »⁴, il faut concevoir la problématisation comme une organisation à deux dimensions : « *Nous nous souvenons à une dimension, nous comprenons à deux dimensions et nous possédons à trois dimensions* » (Bachelard, 1949/1998, p. 61). L'activité cognitive qui permet l'ouverture de ces deux axes correspond à ce que Bachelard appelle la « *surveillance intellectuelle de soi* », c'est-à-dire la division de la pensée qui agit et qui se juge elle-même en train d'agir (Bachelard, 1949/1998, p. 60). Voilà comment Bachelard décrit ce « *dédoublement psychologique* » caractéristique de l'esprit scientifique : « *Toute pensée scientifique se dédouble en pensée assertorique et pensée apodictique, entre une pensée consciente du fait de penser et pensée consciente de la normativité de penser.* » (ibidem, p. 25).

2 Bachelard a bien utilisé la notion de « *cité scientifique* » sans beaucoup l'utiliser et la développer.

3 Est apodictique ce qui est nécessaire, ce qui ne peut être autrement. En cela, la modalité de l'apodictique se distingue de celle de l'assertorique : ce qui pourrait être autrement.

4 « *Dans la pensée plate, il n'y a pas déploiement des deux axes de la problématisation : il n'y a pas dissociation des données d'une part et des conditions d'autre part, ou encore dissociation des faits et des normes. Tout est sur le même plan ! On accumule des données sans possibilité de hiérarchisation et dans la plus grande confusion entre l'essentiel et l'accessoire.* » (Fabre, 2003, p. 145)

Si l'on veut accéder à une solution scientifique, c'est-à-dire ayant une certaine valeur d'apodicticité, il faut déterminer le problème. Déterminer le problème revient à rechercher des solutions possibles et les conséquences de chaque solution. C'est en cela que la construction du problème est l'étape centrale de la problématisation⁵. Les travaux de C. Orange permettent de décrire plus précisément la problématisation en SVT.

L'analyse qu'il propose de l'activité scientifique comme production d'explications rejoint celle de Popper (1991/1998, p. 297-298). Orange distingue ce qu'il y a à expliquer (*l'explicandum* de Popper) de ce qui explique (*l'explicans* de Popper). Suivant S. Bachelard (1979, p. 5) on peut montrer une grande proximité entre l'explication et la modélisation dans les sciences expérimentales. Cela nous permet de reprendre les travaux de Martinand (1992, p. 15) sur la modélisation : « *l'idée première est de distinguer le modèle de son référent, ou plutôt le registre de l'élaboration modélisant du registre du référent empirique* ».

Le registre empirique contient des objets, des phénomènes et des expériences quotidiennes. Il contient les éléments que l'on peut vérifier par une observation, une mesure. Les éléments du registre empirique correspondent à ce qu'il y a à expliquer et nous pouvons dire qu'ils ne sont pas constitués une fois pour toutes. C'est là un point important qui distingue notre approche rationaliste de la pensée empirique, car le registre empirique n'est pas donné d'avance, il est construit par les élèves ou les personnes qui s'engagent dans un processus de problématisation. Ainsi les éléments du registre empirique peuvent varier lors de la construction du problème⁶.

Le registre du modèle est lui aussi construit par l'élève. Il contient les éléments liés à une organisation et/ou à un fonctionnement plus ou moins imaginé. Ces éléments constituent les tentatives de solutions proposées *pour expliquer* les éléments du registre empirique.

La problématisation consiste à mettre « *en tension critique le savoir* », c'est-à-dire à articuler « *explicitement des contraintes empiriques repérées comme pertinentes, avec des conditions de possibilité des modèles explicatifs* » (Orange, 2000, p. 27). Orange parle de « *l'établissement des raisons* » (2003, p. 62). Nous pensons que l'articulation fonctionnelle entre les éléments du registre empirique (identification des contraintes) et les éléments du registre du modèle (nécessités sur les modèles) provoque une « *ré-organisation du savoir* » et constitue le sujet en rationalité en lui permettant d'accéder à « *des principes de nécessité* » (Bachelard, 1949/1998, p. 11). Ainsi ce travail permet le passage d'une connaissance commune à un savoir scientifique dans la mesure où il a acquis une valeur d'apodicticité.

⁵ Raison pour laquelle nous utilisons les deux termes dans le même sens.

⁶ « *C'est par l'enchaînement conçu rationnellement, que les faits hétéroclites reçoivent leur statut de faits scientifiques* » (Bachelard, 1949/1998, p. 123).

Nous allons, à présent, nous intéresser à la façon dont nous pouvons suivre la construction du concept de circulation sanguine au cours d'un débat scientifique en classe.

2. Présentation de l'étude de cas

Le débat scientifique est organisé à partir d'affiches produites par les élèves d'une classe de 3^e (14-15 ans) répondant à la question suivante : « *Expliquer par un schéma et un texte comment un organe (comme le muscle) est approvisionné en énergie et en matière* ». C'est le troisième temps d'une progression consacrée au « *Fonctionnement de l'organisme, activité des cellules et échanges avec le milieu* »⁷.

Le corpus de données comporte l'ensemble des productions individuelles (26 productions) obtenues lors d'une évaluation diagnostique, les 6 affiches produites lors d'un travail de groupe et une transcription complète du débat scientifique d'une heure comportant 360 interventions (Lhoste, 2004).

À partir de l'activité langagière développée par les élèves (tant écrite et privée que publique et orale), nous pensons pouvoir procéder, à la façon de Foucault (1969, p. 237), à une analyse des « *éléments qui doivent avoir été formés par une pratique discursive pour qu'éventuellement un discours scientifique se constitue, spécifié non seulement par sa forme et sa rigueur, mais aussi par les objets auxquels il a à faire, les types d'énonciation qu'il met en jeu, les concepts qu'il manipule, et les stratégies qu'il utilise* ». C'est bien parce que nous faisons l'hypothèse qu'il existe un lien très fort entre les systèmes explicatifs des élèves et leurs productions écrites ou orales que nous utiliserons ces différentes traces pour inférer la façon dont ils pensent⁸. Ce présupposé théorique nous inscrit dans le courant vygotkien (Vygotski, 1998). À partir des productions des élèves, de ce qu'ils disent, écrivent, nous tenterons de rendre compte du processus de problématisation à l'œuvre.

Dans un premier temps, nous procéderons à une analyse épistémologique des éléments du corpus pour comprendre comment les élèves passent d'idées sur la circulation aux raisons de la circulation.

7 Il s'agit de faire construire aux élèves un modèle intégré des processus de nutrition où interviennent les apports en nutriments et en dioxygène pour expliquer le métabolisme de la cellule (apport de matière et d'énergie). La première phase a consisté en une évaluation diagnostique individuelle. La seconde phase a permis la réalisation des affiches support du débat scientifique.

8 Il ne s'agit pas de dire que la production écrite ou orale est une copie exacte de sa pensée, mais que les productions langagières d'un élève ont quelque chose à voir avec ce qu'il pense.

3. Des connaissances initiales des élèves de 3^e sur la circulation sanguine aux raisons

3.1. Connaissances initiales des élèves présentes dans les évaluations diagnostiques et les productions de groupe

L'analyse des évaluations diagnostiques des élèves nous permet d'identifier les connaissances initiales des élèves sur la circulation sanguine (qu'il s'agisse du contenant, du contenu ou du moteur de la circulation) que nous appellerons *idées*. Prenons l'exemple d'une production, celle de Kévin (annexe I), pour comprendre comment nous avons identifié les idées des élèves. Sur son schéma, les idées de sang et de distribution sont présentes. Kévin a aussi représenté le cœur. Son texte⁹ étant construit comme une chronique, les idées qu'il contient ne peuvent être assimilées à des contraintes ou à des nécessités puisqu'elles ne sont pas articulées de manière fonctionnelle, mais seulement mises en relation de façon temporelle.

L'annexe II récapitule les différentes *idées* repérées dans les productions individuelles et les affiches des groupes.

Dans leur production initiale vingt élèves (sur vingt-six) font appel au sang ou à des vaisseaux sanguins pour transporter « *ce dont le muscle a besoin* » du tube digestif au muscle. Dans la phase suivante les six groupes font référence à un transport par le sang ou des vaisseaux sanguins.

Comme vingt élèves font intervenir le sang dans un rôle de transporteur, il n'est pas surprenant qu'ils équipent leur modèle d'un système de distribution. Ils citent au moins un élément du système circulatoire (sang, cœur, veine, artère, capillaire, vaisseau sanguin) dans leurs textes ou leurs schémas. Parmi eux, deux élèves utilisent le verbe distribuer. Quatre autres ne font référence à aucun élément du système circulatoire. Pour ce qui concerne les travaux de groupe, cinq groupes (sur six) font référence à des éléments du système circulatoire.

Dix-huit élèves représentent des tuyaux entre le tube digestif et le muscle. Seuls quatre (ou cinq ?) indiquent un circuit sanguin clos. Cela conduit cinq (ou quatre ?) groupes à représenter des tuyaux sanguins et un (ou deux ?) groupe un circuit sanguin clos. Il faut noter que c'est ce critère qui a été pris en compte pour constituer des groupes homogènes.

Quatorze élèves font référence à la présence du cœur dans leur évaluation diagnostique. Neuf se contentent de le représenter sans que l'on sache s'il joue un rôle dans le problème qui nous intéresse. Cinq élèves font explicitement référence à un rôle du cœur dans la distribution des nutriments aux muscles.

⁹ « L'aliment est mâché dans la bouche puis il descend dans l'estomac, il est dissout puis envoyé dans le gros intestin et il est trié, les nutriments passent par le sang et ils sont envoyés dans le muscle. »

3.2. La détermination des contraintes théoriques et des nécessités sur le modèle pendant le débat scientifique

L'analyse du débat, menée en utilisant la méthodologie construite par C. Orange (2000, p. 60-82), permet de dégager les contraintes empiriques, les contraintes théoriques et les nécessités sur le modèle exprimées par les élèves. L'annexe 3 représente l'espace des contraintes qui tente de rendre compte de la problématisation comme « *mise en tension* » du registre empirique et du registre des modèles. Parmi ces contraintes et nécessités, deux contraintes théoriques¹⁰ et trois nécessités sur les modèles concernent la circulation sanguine.

• Contraintes théoriques

Les deux contraintes théoriques sont représentées à l'intérieur d'un cadre sur l'annexe 3 :

– **les muscles utilisent les nutriments comme source de matière et d'énergie.** (I¹¹, 34, 193₃, 282) ;

– **le sang transporte les nutriments dans l'organisme** (1, 17-18, 20, 34, 98, 130, 135, 184-185, 193₃, 255, 257, 282, 320, 326₆).

Dès les premières productions d'élèves, ces deux contraintes théoriques sont présentes, sous forme d'idées. Ces idées ne seront pas mises en discussion lors du débat car un large consensus existe à leur sujet dès l'évaluation diagnostique. Pourtant ces contraintes théoriques constituent le point de départ de la construction de la nécessité de distribution comme nous allons le voir. C'est pourquoi nous leur attribuons le statut de contrainte dans ce débat.

• Nécessités sur le modèle

Les trois nécessités sur le modèle (qui apparaissent annexe 3 dans des carrés à coins arrondis) ont été construites de la façon suivante.

– **La nécessité d'une distribution** apparaît rapidement dans le débat sous la forme d'une critique du modèle présenté par le groupe 1.

12 – Maxime : *Bah, c'est pris par quoi en fait ? Je vois pas très bien, mais ils disent que l'organisme trie ce qui est bon et mauvais, mais ça va au muscle comment ?*

13 – Maxime : *Comment va ce que, l'organisme il choisit ce qui est bon mais comment ça va jusqu'au muscle en fait ?*

¹⁰ Parmi les propositions référées au registre du modèle, nous distinguons les contraintes théoriques des nécessités sur le modèle. Les contraintes théoriques sont partagées par la plupart des élèves de la classe et ne seront jamais soumises à discussion (elles sont hors-question) pendant le débat. Elles apparaissent dans des cadres sombres dans l'espace de contraintes de l'annexe 3.

¹¹ Les numéros entre parenthèses correspondent aux numéros des interventions du débat. Certaines interventions plus longues ont été subdivisées. Les indices suivant le numéro d'une intervention correspondent à la place de ce fragment dans l'ensemble de l'intervention

Lorsque Angélique présente l'affiche du groupe 1, elle n'indique pas comment les « bons aliments » vont jusqu'aux muscles (extrait de l'intervention 1 : « *Ce qui est bon passe dans le sang, dans tous les organes quoi.* »). Maxime comprend que « *ce qui est bon* » passe dans le sang et il se demande comment cela « *va jusqu'au muscle* ». À travers ce questionnement, Maxime sous-entend la nécessité d'une distribution et met en relation deux contraintes théoriques : « le sang transporte les nutriments » et « les muscles utilisent des nutriments ». Puisque les nutriments passent dans le sang, il est nécessaire qu'un système assure la distribution du sang aux muscles.

– **La nécessité que la distribution soit effectuée par circulation** est établie lors d'un épisode argumentatif que nous allons étudier dans la partie 4. (118, 120, 121-122, 124, 125-126-127, 130, 135, 137, 143-144-145, 153, 201, 203, 206, 276, 305).

– **La nécessité d'une pompe qui met le sang en mouvement.** Pour que des fluides circulent, il faut qu'il y ait un dispositif qui assure la mise en mouvement de ces fluides. C'est ce que sous-entendent les différentes propositions des élèves :

166 – Maxime : <i>Bah, nan, il peut pas, le cœur, aspirer le sang.</i>
169 – Maëva : <i>...c'est toujours projeté dans le même sens.</i>
172 – Maxime : <i>Il y a qu'un sens de circulation.</i>

3.3. Discussion

Les nécessités construites par les élèves lors du débat scientifique sont pertinentes sur le plan épistémique même si nous ne savons pas exactement sur quel(s) fondement(s) elles reposent. Et ce d'autant plus qu'Orange (2003, p. 102) a mis en évidence que certains fondements sont peu scientifiques.

Les trois nécessités sur le modèle concernant la distribution que nous avons repérées dans ce débat sont présentes, à l'état d'idées, dès l'évaluation diagnostique. Cela ne paraît pas surprenant puisque le rôle du sang dans le transport des nutriments est l'objet d'un consensus dans la classe. Il s'agit d'une différence importante entre ce débat et ceux menés à l'école primaire sur le même thème (Orange, 2003, p. 88). C'est d'autant plus intéressant que « le rôle du sang » est un point d'appui qui va permettre à la problématisation de se développer. Ce processus n'est pas contradictoire avec notre démarche de problématisation car, comme le rappelle Wittgenstein (1987, p. 89) : « *il est inhérent à la logique de nos investigations scientifiques qu'effectivement certaines choses ne soient pas mises en doute* ».

Cette première analyse correspond à une analyse macroscopique du débat qui décrit ce qui se passe au niveau épistémique. Elle nous donne peu de détails sur la façon dont les élèves, individuellement ou en interaction entre eux ou avec l'enseignant, construisent les raisons (et prennent en charge cette construction) dans la dynamique du débat. C'est pourquoi nous allons utiliser une autre approche

pour comprendre de façon plus fine comment la nécessité d'une distribution par circulation se développe dans le temps de l'interaction.

4. La construction de la « nécessité d'une distribution par circulation »

Pour comprendre comment cette nécessité émerge des interventions des élèves, nous allons nous intéresser à leur activité argumentative. En effet, Fabre (1999, p. 199) indique que le processus qui permet de construire un espace-problème peut être abordé comme une activité argumentative qui, d'une part, permet la construction des solutions possibles et, d'autre part, possède une dimension formelle puisque, parmi les solutions présentées, les élèves seront amenés à en préférer certaines (les élèves pourront argumenter leurs choix pour persuader les autres). De plus, nous pensons, à la suite de Rebière (2000) et Jaubert et Rebière (2000, 2001), que l'observation et l'analyse de l'activité langagière des élèves nous renseigneront sur leur activité cognitive et donc sur la problématisation.

C'est à partir d'une analyse de l'activité argumentative des élèves (interventions 116 à 145) que nous pourrions comprendre comment les élèves prennent conscience de la « nécessité d'une distribution par circulation ». En retour, nous comptons obtenir des informations sur leur activité de problématisation.

4.1. La construction de la schématisation (au sens de Grize¹²) « nécessité d'une distribution par circulation »

Nous analyserons le développement du débat en utilisant les catégories proposées par Fillon *et al.* (2004, p. 236-245) et éprouvées préalablement par Jaubert et Rebière (2000 et 2001). Ces catégories sont construites à partir des opérations d'objet développées par Grize (1996) et par Bronckart (1996) en y intégrant des indicateurs de l'hétéroglossie¹³. Nous présenterons ces différentes opérations d'objet lorsque nous les utiliserons.

L'analyse de la construction de la schématisation conduisant à la « nécessité d'une distribution par circulation » est présentée dans le document 2.

12 Grize définit la schématisation comme « une représentation discursive de ce dont il s'agit » (1997, p. 29). Une schématisation correspond donc à un énoncé présenté à un interlocuteur comme une image d'une certaine réalité, c'est une façon « de faire voir quelque chose à quelqu'un » (Grize, 1996, p. 50). Pour qu'un tel énoncé soit recevable, il doit être négocié et c'est en cela que « l'activité globale entre les interlocuteurs est nécessaire afin de s'assurer d'un accord suffisant » (*ibidem*, p. 86).

13 « Tout énoncé – depuis la réplique brève jusqu'au roman ou au traité scientifique – comporte un commencement absolu et une fin absolue : avant son début, il y a les énoncés des autres, après sa fin, il y a les énoncés-réponse des autres. » (Bakhtine, 1984, p. 277). Cette définition renvoie au double dialogisme qui « irrigue » les énoncés qui peuvent alors être hétéroglossiques. Ainsi certains énoncés signalent (explicitement ou non) dans leur énonciation la superposition de plusieurs voix qui ne peuvent pas être toutes attribuées à l'énonciateur, c'est ce processus de signalisation que nous nommons hétéroglossie.

Document 2. Construction et négociation

de la schématisation « nécessité d'une distribution »

Situation :	La schématisation du groupe 3 telle que nous l'avons reconstruite est la suivante ¹⁴ (Lhoste, 2005) : « Les aliments passent dans l'œsophage et dans l'estomac. Il y a un tri dans l'estomac. Ce qui n'est pas bon va dans l'intestin grêle et ensuite sera rejeté. Ce qui est bon, ça va dans le cœur . ». C'est une comparaison entre l'affiche du groupe 3 (annexe 4) et celle du groupe 2 qui est maintenant l'objet du débat.	
N° intervention dans la transcription du débat et nom de la personne qui intervient	Intervention (les italiques, gras et soulignés doivent permettre de suivre certains fragments des interventions).	– Qualification des opérations qui interviennent dans la construction et la négociation de la schématisation. – Indicateurs de l'hétéroglossie.
I16 – Maëva ¹⁵ :	Bah pour le cœur il y a aussi une circulation ¹⁶ .	le cœur → la circulation avec thématization de circulation qui devient l'objet dont on va parler.
I17 – Enseignant :	Alors, est-ce qu'il y a une circulation là ?	
I18 – Maëva :	Il y a une partie, <i>mais il y a que deux canaux</i> .	Construction de l'objet du discours par opération γ_2^{17} : la circulation → <i>canaux</i> . « <i>mais il y a que</i> » signale la dissonance.
I19 – Enseignant :	Maëva ? Allez-y, allez-y	
I20 – Maëva :	<i>Il faut plus de canaux, y en a que deux là.</i>	« <i>mais il y a que deux canaux</i> » → « <i>Il faut plus de canaux</i> » : Glissement du descriptif vers la construction d'une nécessité, modalisation déontique.
I21 – Enseignant :	Alors, est-ce que cela peut circuler avec vos deux tuyaux, c'est ça la question, un, Maëva ?	
I22 – Maëva :	Bah, non, <u>ça passe juste</u> .	Actualisation qui détermine « l'angle de présentation de l'objet » la circulation → « <u>ça passe</u> ». « <u>juste</u> » stratégie qui minimalise le processus d'actualisation en indiquant la réduction à une caractéristique élémentaire de la circulation.
I23 – Enseignant :	Oui, Sabrina ?	
I24 – Sabrina :	<u>Ça fait pas un cycle</u> .	Nouvelle construction de l'objet du discours par une opération γ_2 : la circulation → <u>faire un cycle</u> . La négation « <u>pas</u> » signale la dissonance.
I25 – Enseignant :	Ça fait pas un cycle, mais pourquoi il faudrait que ça fasse un cycle ?	
I26 – Benoît :	<i>Pour pouvoir le changer.</i>	Extension de l'objet du discours « <u>faire un cycle</u> » par ajout : « <i>pour pouvoir le changer</i> ».

¹⁴ La schématisation dont il est question a été négociée entre les interventions 100 et 108.

¹⁵ Maëva est une élève du groupe 4.

¹⁶ C'est la première occurrence du terme « circulation » dans le débat.

¹⁷ Opération qui puise dans le faisceau d'objet, « γ_2 introduit un ingrédient, c'est-à-dire un élément hétérogène relativement à la classe distributive à laquelle appartient l'objet de départ. » (Grize, 1997, p. 83)

127 – Léa :	<i>Pour pouvoir que le sang s'en aille.</i>	Double reprise-modification de 126 : – par référenciation : « <i>le</i> » → « <i>le sang</i> » ; – par une modification du statut de « <i>le sang</i> » qui passe de celui sur lequel « on » exerce une action, à celui qui agit « s'en va ».
128 – Enseignant :	Pour renouveler le sang. Alors comment il est renouvelé le sang ici ? ...	
129 – Enseignant :	Maxime, vous étiez... vous pouvez les aider, ceux qui étaient dans le groupe, quand il y a des questions, ils peuvent intervenir.	
130 – Enseignant :	Ça va rester en suspens cette histoire de circuit, là...	
131 – Maëva :	Bah, ça veut dire que si ça marche comme ça , ça veut dire que le sang il arrive au muscle mais il ne repart pas . Donc , il y a trop de sang dans le muscle. Si on regarde leur schéma...	Recontextualisation du discours : « si ça marche comme ça » et comme Maëva prend en compte le point de vue de l'autre, il y a donc là orchestration de l'hétéroglossie ; Reprise-modification de 122 et 124 par référenciation (la même qu'en 127) de « ça » → « le sang ». Réduction de l'hétéroglossie par couplage de 122 et 124 qui se traduit par une dénivellation : « Donc » couplée à une modalisation appréciative « trop ». Cela traduit une incitation à changer de point de vue qui se traduit par le passage de la chronique à un énoncé évaluatif.
132 – Enseignant :	Oui, alors si on regarde leur schéma, allez-y..., vous avez entendu Maxime, ce que dit Maëva ?	
133 – Maxime :	Bah oui, Maëva, elle a raison, parce que	
134 – Enseignant :	Alors, attendez, on recommence, tout le monde écoute, on va essayer se de débrouiller avec ça, alors..., donc, vous vous dites Maëva, allez-y...	
135 – Maëva :	Si ça fonctionnait comme ça le sang il arrive au muscle, mais il ne repart pas , donc ça fait trop de sang dans le muscle.	Reprise de 131 avec décontextualisation marquée par : - le changement de monde : « marcher » → « fonctionner » ; - le changement de mode verbal : présent → conditionnel. Réduction de l'hétéroglossie par couplage de 122 et 124 qui se traduit par une dénivellation : « ça ». « donc » : marqueur de déduction logique ¹⁸ .
136 – Enseignant :	Maxime ?	

¹⁸ Nous interprétons ce deuxième « donc » comme un marqueur de déduction logique, car la dénivellation observée en 131 est assurée par le « ça ». De plus l'énoncé qui suit est de nature fonctionnelle.

137 – Maxime :	Bah normalement, moi je pense que <u>c'est</u> plutôt <u>un circuit qui se passe</u> , faudrait, qu'il y ait un retour en fait, du sang.	Nouvelle construction de l'objet du discours par une nouvelle opération γ2 : la circulation → « <u>c'est un circuit qui se passe</u> ». Orchestration de l'hétéroglossie par la modalisation (moi, je pense que ; plutôt ; il faudrait). Reprise-modification de 131-135 : « <u>mais il repart pas</u> » → « <u>il faudrait qu'il y ait un retour</u> ». « en fait » est ici conclusif et signale un nouveau point de vue.
138 – Enseignant :	Un retour où ?	
139 – Maxime :	Vers le cœur et du cœur vers l'estomac.	Extension de « <u>retour</u> » par ajout chronologique.
140 – Maëva :	Le sang , il passe dans le muscle, mais il reste pas.	Réduction de l'hétéroglossie par couplage de 135 avec 137 pour construire l'objet du discours, c'est-à-dire la circulation.
141 – Enseignant :	Le sang, il passe dans le muscle et il reste pas.	
142 – Maxime :	Nan, bah nan, <u>il dépose ce qui est bon</u> .	Actualisation de « le sang » en 140 : « il dépose ce qui est bon »
143 – Enseignant :	Et pourquoi il ne peut pas rester dans le muscle ?	
144 – Maxime :	Bah si il s'accumule	Décontextualisation : « Si... »
145 – Benoît :	À force, il y aura trop de sang... il va éclater...	Reprise de 144 par ajout chronologique : « À force) Réduction de l'hétéroglossie par reprise modification de 131 : « il y a trop » → « il y aura trop » et déduction logique.

Pour résumer rapidement la construction de la nécessité d'une distribution par circulation, elle est d'abord travaillée par Maëva dans l'intervention 131 qui est construite sur le modèle suivant : si X, pas Y donc trop de Z, ce qui est impossible (sous-entendu). Ce raisonnement permet d'établir la nécessité qui sera affirmée comme telle par Maxime en 137.

Plusieurs caractéristiques de cette construction méritent d'être discutées et, tout d'abord, l'évolution de l'objet construit ainsi que ses principaux attributs.

4.2. La nature de l'objet {la circulation}

Dès sa première intervention, Maëva (116 : « Bah pour le cœur il y a aussi une circulation ») déplace le débat d'une simple généralité descriptive (« Ça va dans le cœur ») vers le thème de la circulation. L'objet du discours étant suffisamment focalisé (Rebière, 2000, p. 240), cela favorise le développement d'un discours de nature scientifique sur ce thème.

Le document 3 reprend les transformations progressives de l'objet du discours : {la circulation}.

Document 3. Les transformations de l'objet {circulation}

N° intervention	Transformation de l'objet {circulation}	Caractéristiques de l'objet.
118, 122	Circulation → canaux → ça passe	La circulation c'est un système de tuyauterie dans lequel quelque chose est mis en mouvement.
124, 126, 127	Circulation → faire un cycle pour que le sang s'en aille	La circulation c'est une mise en mouvement du sang qui se répète de façon cyclique.
137, 139, 140, 142.	Circulation → « c'est un circuit avec le sang qui passe dans les muscles, dépose ce qui est bon dans le muscle et retourne vers le cœur ».	La circulation ce sont des tuyaux qui permettent au sang de circuler en déposant ce qu'il contient dans les organes.

À partir de l'annonce du thème par Maëva, l'objet {circulation} va être reconstruit 3 fois par des opérations d'objet internes de type γ_2 (Grize, 1997, p. 82-89). Cela permet d'enrichir la classe objet {circulation} au fil du discours.

Les trois reconstructions ne sont pas indépendantes puisque la troisième intègre les caractéristiques des deux premières. Elle ajoute la notion d'échange entre le sang et les muscles.

L'orchestration de l'hétéroglossie dans le débat scientifique doit nous amener à comprendre comment les trois reconstructions sont articulées.

4.3. L'orchestration de l'hétéroglossie et la problématisation

L'orchestration de l'hétéroglossie par les élèves durant le débat est source de dissonance, c'est-à-dire de difficultés à prendre en charge les différents énoncés présents dans le débat.

La première dissonance, rencontrée en 118 (« *Il y a une partie, mais il y a que deux canaux* »), se manifeste par l'usage de la conjonction « mais ». Elle indique que Maëva ne peut pas prendre en charge simultanément les deux énoncés suivants :

- celui proposé par le groupe 3 : la distribution est assurée par un tuyau reliant le cœur au muscle (annexe 4) ;
- la représentation qu'elle semble se faire, à ce moment du débat scientifique¹⁸, de la circulation sanguine par circuit clos.

C'est le conflit entre la conception de la distribution de Maëva et la proposition d'un modèle de circulation par irrigation par le groupe 3 qui provoque cette dissonance.

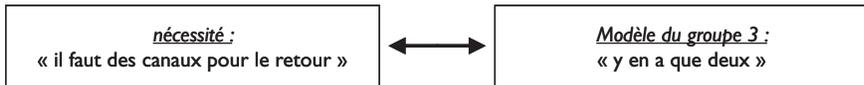
Du point de vue de la problématisation, nous pouvons dire que cette dissonance est révélatrice d'une prise de conscience par Maëva du problème de la circulation. C'est ce que nous appelons à la suite d'Orange (2005), le problème

¹⁸ La conception de la circulation de Maëva a dû se modifier depuis l'évaluation diagnostique et le travail de groupe, puisque dans ces deux situations Maëva a produit une distribution par irrigation (annexe 2).

perçu¹⁹. Vu la part d'implicite qui subsiste dans l'intervention de Maëva, il est peu probable que les autres élèves de la classe aient, tous, perçu ce problème.

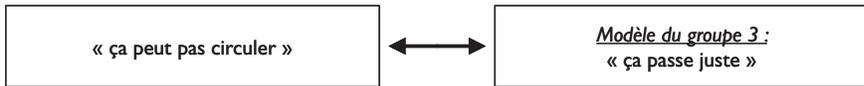
Suivons la construction du problème de la distribution dans la suite du débat.

Encouragée par l'enseignant (I19), Maëva tente une première explicitation (I20 : « *Il faut plus de canaux, y en a que deux là* ») de ce qui fait problème. Elle met en relation critique le modèle proposé par le groupe 3 et une nécessité (« il faut des canaux pour le retour ») qui donne l'intervention « *il faut plus de canaux* ») qui ne serait pas respectée ici :



Cette mise en relation permet à la discussion de glisser de la simple description à un début de construction de problème par « mise en tension » de contraintes et de nécessités.

Les relances de l'enseignant orientent le débat dans ce sens. L'intervention I22 (« *Bah, non, ça passe juste.* ») centre définitivement le problème sur le fonctionnement de la distribution. Maëva explicite une nouvelle mise en relation critique :



L'emploi d'une expression réductrice (« juste ») permet à Maëva de réfuter le modèle du groupe 3, la circulation ne peut pas se réduire à un simple déplacement du sang. Du point de vue de la problématisation, Maëva commence à construire le problème de la circulation. Nous pensons que cette intervention traduit aussi, pour Maëva, le début d'un travail de l'obstacle de la distribution par irrigation. La distribution par irrigation constitue un obstacle puisque c'est une idée qui persiste envers et contre (presque) tout²⁰, parce qu'elle est satisfaisante à certains égards²¹. C'est parce qu'avec cette intervention Maëva questionne l'évidence de l'irrigation que nous pensons qu'il s'agit d'une étape dans le travail de cet obstacle.

L'utilisation d'une négation par Sabrina (« *Ça fait pas un cycle* » en I24) souligne la seconde dissonance. Celle-ci atteste l'impossibilité du modèle de distribution du groupe 3 qui ne fait pas de cycle. Le déplacement de la construction de l'objet

¹⁹ Dans le cadre plus large de la nutrition, ces interventions contribuent à la construction du problème.

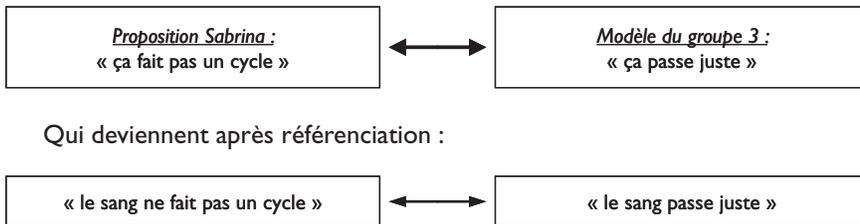
²⁰ « *Il (l'obstacle) témoigne plutôt d'un certain confort intellectuel que le sujet tend à préserver, car il lui est plus commode de penser les choses dans ces termes-là.* » (Peterfalvi, 2001, p. 35)

²¹ « *Par exemple, le sang, la sève s'écoulent comme l'eau. L'eau canalisée irrigue le sol ; le sang et la sève doivent irriguer eux aussi. C'est Aristote qui a assimilé la distribution du sang à partir du cœur et l'irrigation d'un jardin par des canaux. Et Galien ne pensait pas autrement. Mais irriguer le sol, c'est finalement se perdre dans le sol. Et c'est là exactement le principal obstacle à l'intelligence de la circulation.* » (Canguilhem, 2003, p. 26-27).

du discours permet à la problématisation de se développer. L'orientation du débat est favorisée par l'enseignant qui pose une question en « *pourquoi ?* ». Cette relance permet de poursuivre l'explicitation de la mise en relation critique par Benoît et Léa (126, 127) sous la forme « *il faut que ça fasse un cycle pour que le sang puisse s'en aller* ».

La reformulation de la contradiction par l'enseignant en 128 est inefficace car la double décontextualisation qu'il propose est brutale (opération inverse à celle réalisée par Léa en 127 : d'une part, le sang redevient celui qui subit une action et, d'autre part, un changement de monde s'effectue par glissement lexical : passage du monde quotidien (« *aller* ») au monde scientifique (« *renouveler* »)). La décontextualisation se traduit par un arrêt dans la dynamique du débat (129,130).

En 131, Maëva procède à deux opérations qui vont permettre à la problématisation de reprendre. Il s'agit, d'une part, d'une opération de recontextualisation du débat qui ramène la discussion au modèle du groupe 3. D'autre part, elle procède à une réduction de la dissonance (couplage hétéroglossique)²² entre des voix que nous avons entendues précédemment, la sienne, celle de Sabrina et celle de Léa²³. Tout d'abord, Maëva reprend la référenciation de Léa (127, « *Pour pouvoir que le sang s'en aille.* ») à propos d'un énoncé qu'elle a produit précédemment (122, « *Bah, non, ça passe juste.* »). Elle fait de même avec celui de Sabrina (124, « *Ça fait pas un cycle.* ») : « *ça* » → « *le sang* ». Ensuite, elle assure le couplage entre deux mises en relation critique :



La recontextualisation proposée permet d'obtenir « *le sang passe juste* » → « *le sang il arrive au muscle* ». Cette nouvelle mise en relation critique explicite la critique qu'elle formule au groupe 3 : « *mais il repart pas* ». Ici, Maëva tente de convaincre ses pairs de l'impossibilité qu'elle vient de soulever ; cette interprétation est renforcée par l'utilisation du « *donc* » en 135 qui vient souligner la cohérence logique de sa proposition.

22 Nous avons déjà observé ce type de comportement langagier de Maëva sur un autre moment de ce débat (Lhoste, 2005).

23 Nous pensons que les deux dénivellations en 135 (« *donc* ») et en 137 (« *ça* ») viennent renforcer l'interprétation que nous proposons d'un couplage hétéroglossique entre plusieurs voix dans le discours de Maëva.

Établir l'impossibilité d'une solution possible (celle du groupe 3), en l'occurrence l'impossibilité de la distribution par irrigation, est au « cœur de la *problématisation* » (Orange, 2003, p. 89). À ce point du débat, l'impossibilité de l'irrigation est établie mais aucune nécessité concernant la façon dont doit être assurée la distribution n'est établie.

La troisième reconstruction proposée par Maxime est moins dissonante que les deux premières puisque Maëva vient d'établir l'impossibilité du modèle de distribution par irrigation.

La double modalisation (« *Moi, je pense que...* ») concernant à la fois le sens du mot « penser » et l'accentuation due à la reprise du « *moi* » en « *je* » traduit une prise en charge énonciative forte. C'est pourquoi nous proposons que l'intervention 137 soit considérée comme une voix de plus dans le débat.

Cependant, Maxime reprend aussitôt les énoncés 131 et 135 de Maëva pour résoudre la contradiction qu'elle soulève : « *mais il repart pas* » → « *il faudrait qu'il y ait un retour du sang vers le cœur et du cœur vers l'estomac* ». Du point de vue de la problématisation, c'est bien cette orchestration de l'hétéroglossie qui permet d'accéder à la nécessité d'un « retour du sang ».

Aussitôt après l'établissement de cette nécessité, Maëva procède à un « couplage hétéroglossique » entre sa proposition (135) et celle de Maxime (137). Dans ce cas, la réduction de la dissonance se traduit par :

- un glissement lexical « *arriver* » → « *passer* » ;
- l'importation de la condition construire par Maxime (« *il faudrait un retour du sang* ») qui permet à Maëva de substituer « *rester* » à « *repartir* ».

Ce couplage explique l'intervention « *le sang il passe dans le muscle, mais il reste pas* » (140), construite exactement sur le même modèle que l'intervention 135 (« *le sang il arrive dans le muscle, mais il ne repart pas* »). Cela permet à Maëva de produire un énoncé qui respecte la condition formulée par Maxime. Ce mouvement d'extraction d'une nécessité construite pour en faire une condition sur les solutions possibles nous semble être un mouvement langagier qui marque un travail de conceptualisation.

La relance de l'enseignant « *en pourquoi ?* » en 143 permet d'explicitier l'impossibilité d'une distribution par irrigation. L'intervention fragmentaire de Maxime permet la décontextualisation qui va permettre à Benoît de conclure. La conclusion procède aussi d'une orchestration des voix de Maxime (144) et de Maëva (131) qui permet la formulation de la conséquence : si le sang s'accumule dans le muscle, celui-ci va finir par éclater. Du point de vue de la problématisation, c'est la deuxième fois que cette impossibilité est établie. À la différence de sa première occurrence, le raisonnement est explicité.

4.4. Discussion

L'observation de l'activité langagière des élèves nous a permis de comprendre comment, durant le débat, les élèves ont évolué d'un problème perçu à une mise en texte de la problématisation.

Dans l'étude que nous venons de mener, la construction de la nécessité d'une distribution par circulation repose sur l'impossibilité de la distribution par irrigation et la nécessité d'un retour sanguin.

D'un point de vue dynamique, l'orchestration de l'hétéroglossie et la problématisation se développent de façon synchrone, ce qui permet d'extraire la « *nécessité du retour sanguin* » pour en faire une condition de contrôle des solutions possibles. Ce mouvement d'abstraction est du même ordre que celui mis en évidence à propos d'autres nécessités dans ce même débat (Lhoste, 2005).

Ces résultats confortent les travaux de C. Orange (2005, p. 81) lorsqu'il indique que « *la problématisation scientifique est donc nécessairement liée à un travail langagier* ».

Ce synchronisme de l'orchestration de l'hétéroglossie et de la problématisation est un élément de plus qui viendrait renforcer la place des controverses dans la construction des savoirs scientifiques.

Notons qu'un deuxième élément qui a permis le développement de la problématisation concerne le double mouvement de décontextualisation \Leftrightarrow recontextualisation. À plusieurs reprises, c'est le changement de contexte qui permet à la problématisation de reprendre.

Nous avons analysé la façon dont la nécessité d'une distribution par circulation sanguine s'est construite devant la classe, par 5 élèves, principalement par Maéva et Maxime. Il reste à déterminer le devenir de cette nécessité dans la suite du débat. Cela devrait nous donner des informations pour savoir si cette problématisation mise en texte a pu être reconstruite par d'autres élèves.

5. La nécessité de distribution par circulation et son utilisation par les élèves dans la suite du débat

Pour suivre cette « *nécessité de distribution par circulation* », nous avons extrait du corpus les différents épisodes qui font référence au déplacement du sang.

5.1. La discussion de l'affiche du groupe 2

Juste après l'intervention en I45 l'enseignant demande à Kévin de comparer ce qui vient d'être dit avec l'affiche du groupe 2 :

I46 – Enseignant : (...) Alors dites, Kévin, là (en montrant l'affiche 2) les flèches elles vont dans un seul sens ou dans les deux sens ?

I47 – Kévin : Dans les deux.

I48 – Enseignant : Ça fait un va et vient ?

I49 – Kévin : Bah oui.

I50 – Enseignant : Oui ?

I51 – Kévin : Oui.

I52 – Enseignant : Oui, alors là il y a effectivement un écart puisque ici on a un va et vient (en montrant affiche 2), alors qu'ici (en montrant affiche 3) ça va dans un seul sens. Là ça va dans un seul sens, c'est ça, parce que ça règle le problème, Maxime, si ça va en va et vient comme ils l'ont indiqué ici, ça règle le problème de la..., le sang, il part et il vient.

I53 – Maxime : On a appris ça il y a déjà longtemps que le sang, ça se passe pas comme ça. Il y a un circuit d'aller et de retour, c'est comme...

En I47-I51, les interventions de l'enseignant, confirmée par Kévin, indiquent que dans ce modèle, « *les flèches (représentant le déplacement du sang) vont dans les deux sens. Ça fait un va-et-vient* ». Cette proposition permet de réduire la dissonance entre ce modèle et la « *nécessité de distribution par circulation* » en retenant seulement un des fondements de cette nécessité²⁴ (la « *nécessité d'un retour sanguin* »). En effet, le mouvement de va-et-vient du sang dans les tuyaux sanguins permet d'assurer le retour sanguin. Mais ce modèle ne respecte pas le second fondement de la « *nécessité de distribution par circulation* ». C'est ce qui pourrait provoquer la réaction de Maxime en I53 : « *Ça se passe pas comme ça* ».

24 La nécessité d'une distribution par circulation s'appuie sur deux fondements : l'impossibilité d'une distribution par irrigation et la nécessité d'un retour sanguin.

5.2. Discussion de l'affiche du groupe 4

La schématisation du groupe 4 vient d'être négociée (187-193) et quelques interventions plus tard, Maëva²⁵ reprend la schématisation construite en 193. Elle est présentée dans le document 4.

Document 4. Reprise de la construction de la schématisation « nécessité d'une distribution » à partir de la présentation du groupe 4

N° intervention dans la transcription du débat et nom de la personne qui intervient	Intervention (les italiques, gras et soulignés doivent permettre de suivre certains fragments des interventions).	Qualification des opérations qui interviennent dans la construction et la négociation de la schématisation.
200 – Maëva :	Les aliments, ils sont broyés dans la bouche, mâchés, broyés, ensuite ils passent dans l'estomac, là il y a un tri, ce qui est gros et ce qui est mauvais, ça descend dans l'intestin grêle et c'est rejeté, et ce qui est petit et ce qui est meilleur, ça passe par le cœur, ça se mélange aux vaisseaux sanguins et après ça passe dans le muscle, ça fait un cycle.	
201 – Maxime :	Il est où le cycle ?	Critique concernant « ça fait un cycle » qui n'est pas représenté sur l'affiche.
202 – Léa :	On l'a pas fait le cycle.	
203 – Anthony :	Oui, mais ça revient par où ?	
204 – Maxime :	Y a un cycle	
205 – Maëva :	C'est le bleu en fait, mais on l'a pas fait (mais elle montre avec le doigt sur l'affiche un circuit fermé).	
206 – Maxime :	C'est pas la même veine en fait, on voit pas bien de loin, mais il y a deux circuits côte à côte.	Reprise modification de l'objet du discours : « cycle » – > « deux circuits côte à côte »
207 – Maëva :	Oui y a deux circuits.	
208 – Maxime :	D'accord.	
209 – Maëva :	On voit pas trop, mais	

La « *nécessité de distribution par circulation* » est convoquée par Maxime et Anthony pour évaluer l'affiche du groupe 4. Les élèves de ce groupe, Léa et Maëva, s'engagent alors dans une négociation de la schématisation (il y a un circuit que l'on n'a pas fait, mais qui existe quand même) pour que celle-ci soit recevable par les autres élèves de la classe.

²⁵ Maëva fait partie du groupe 4.

5.3. La construction de la schématisation du groupe 5

Le fragment que nous avons extrait du corpus et analysé dans le document 5 correspond à un passage de la construction de la schématisation du groupe 5.

Document 5. Reprise de la construction de la schématisation « nécessité d'une distribution » à partir de la présentation du groupe 5

304 – Enseignant :	Vous avez vu le circuit, qu'est-ce que vous en pensez, du circuit qu'ils proposent ?	
305 – Anne-Laure :	par contre, y a pas de... y a pas de retour	Critique d'Anne-Laure
306 – Enseignant :	Il n'y a pas de retour, alors il y en a un ou il n'y en a pas ?	
307 – Samuel : (en montrant l'affiche)	On n'a pas marqué la suite, mais...	Extension de l'objet du discours par ajout entre « ça passe par la paroi jusque dans les vaisseaux sanguins »
308 – Enseignant :	Alors, montrez-nous, comment ça pourrait faire la suite ?	« et puis, c'est conduit jusqu'au muscle » : « On n'a pas marqué la suite, mais... » (Samuel 307) puis
309 – Cindy :	<u>Ça fait un circuit dans le corps</u> quoi.	« Ça fait un circuit dans le corps quoi » (Cindy 309).
310 – Samuel :	En fait, y a un truc, un vaisseau sanguin qui récolte le sang qui n'a plus de nutriments et, en fait comme le cœur ça propulse le sang, ça fait un circuit.	
311 – Enseignant :	Ça fait un circuit...	
312 – Samuel :	Fermé.	Reprise modification de (307-309) : c'est un circuit qui est fermé .

Dans ce passage, il y a une utilisation de la « nécessité de distribution par circulation » pour contrôler les solutions proposées par les autres groupes.

Pour que la schématisation du groupe 5 soit recevable par les autres, elle a dû être mise en cohérence avec la nécessité d'une distribution par circulation, obligeant à la réduction de la dissonance des discours en présence, de la même façon que nous l'avons noté dans l'extrait précédent. Mais, dans ce cas, la négociation provoque une extension de la « nécessité d'une distribution par circuit fermé ». En effet, la rencontre entre cette nécessité et la « nécessité d'une pompe qui met le sang en mouvement » (en 310) permet à Samuel de construire la notion de « circuit fermé » qui précise encore davantage la « nécessité d'une distribution par circulation ».

5.4. Discussion

Les trois exemples examinés présentent un processus équivalent à celui décrit précédemment (4.4.), à savoir une propagation de la « nécessité de distribution par circulation sanguine ».

Les élèves²⁶ convoquent la nécessité construite (ce qui implique qu'ils l'ont identifiée comme telle) comme critère d'évaluation d'un autre modèle. Cette propagation de la nécessité, d'autant plus qu'elle s'articule avec d'autres (comme nous l'avons mis en évidence dans le dernier exemple), provoque une fermeture du problème qui va permettre de le résoudre. En fait, le modèle qui sera proposé par le groupe 6 est pratiquement recevable en l'état :

326 – Maxime : [...] *Donc, le sang bleu, c'est celui qui est pauvre en nutriments, un fois qu'il est passé tout autour de l'intestin grêle, il est riche en nutriments. Il repart dans le cœur, le cœur l'envoie dans le muscle et là, le muscle est lui aussi recouvert de capillaires et de vaisseaux sanguins. Donc là, les nutriments passent dans le muscle. Et donc le sang ressort du muscle pauvre, retourne dans le cœur et repart dans l'intestin grêle et ainsi de suite.*

Le fait pour la nécessité construite de devenir une condition qui contrôle les autres solutions possibles atteste de la dimension opératoire d'un concept, ce qui semble être le cas dans notre exemple.

Cela nous amène à penser qu'il s'agit là des traces du processus de conceptualisation. Pour mener plus loin notre étude, savoir ce qu'il en est pour les 18 autres élèves de la classe et avoir accès à ce qu'ils ont construit pendant le débat, il faudrait analyser les productions obtenues lors de l'évaluation finale du travail.

6. Conclusion

La double analyse menée sur le plan épistémique et langagier en démontre l'intérêt : elle permet d'avoir accès à la dynamique de la construction des nécessités comme à la propagation des nécessités construites à d'autres moments du débat. L'activité de problématisation à laquelle sont confrontés les élèves durant le débat scientifique en est éclairée.

À partir des contraintes théoriques et des nécessités sur les modèles relatives à la distribution du sang dans l'organisme, nous avons analysé, au plus près, la construction de la nécessité d'une distribution par circulation ; elle s'appuie sur deux fondements : l'impossibilité d'une distribution par irrigation et la nécessité d'un retour sanguin (que nous distinguons car un va-et-vient par un tuyau sanguin permettrait le retour sanguin sans respecter la première impossibilité).

À l'occasion de cette construction, nous avons identifié la trace d'une activité cognitive d'une élève confrontée à l'obstacle de la distribution par irrigation. Cette trace nous laisse à penser qu'à travers l'observation de l'activité langagière des

²⁶ 5 élèves participent à la construction de la nécessité et 4 autres élèves participent à la propagation de cette nécessité.

élèves, nous pourrions avoir des indications sur ce que Astolfi et Peterfalvi appellent le travail de l'obstacle (1997). Cela permettrait de réintroduire le problème de la rupture dans le cadre de la problématisation (Peterfalvi, 2005).

Ensuite, nous avons étudié la façon dont cette nécessité se propage dans le débat. Nous l'avons vue reprise par des élèves pour lui faire jouer le rôle de critère d'évaluation des modèles des autres groupes. Cette analyse rejoint celle déjà proposée pour d'autres nécessités dans ce débat (celle du tri et de la transformation) (Lhoste, 2005). Cela nous conduit à penser que cette nécessité a été stabilisée, c'est-à-dire qu'elle a acquis un degré de conceptualisation qui permet aux élèves de la considérer, effectivement, comme une contrainte forte sur les solutions possibles. Puisque cette nécessité a été intégrée au mode de raisonnement de l'élève, elle semblerait inscrite dans un processus de conceptualisation.

Il reste à évaluer la portée de cette problématisation mise en texte sur les élèves qui n'ont pas pris part au débat scientifique pour mieux comprendre la façon dont les élèves accèdent à des savoirs scientifiques.

Le développement de cette approche croisée sur d'autres débats permettra, à terme, une élucidation des situations d'enseignement/apprentissage, aidant ainsi le formateur et l'enseignant à mieux comprendre la construction du savoir scientifique par l'élève dans la classe. ■

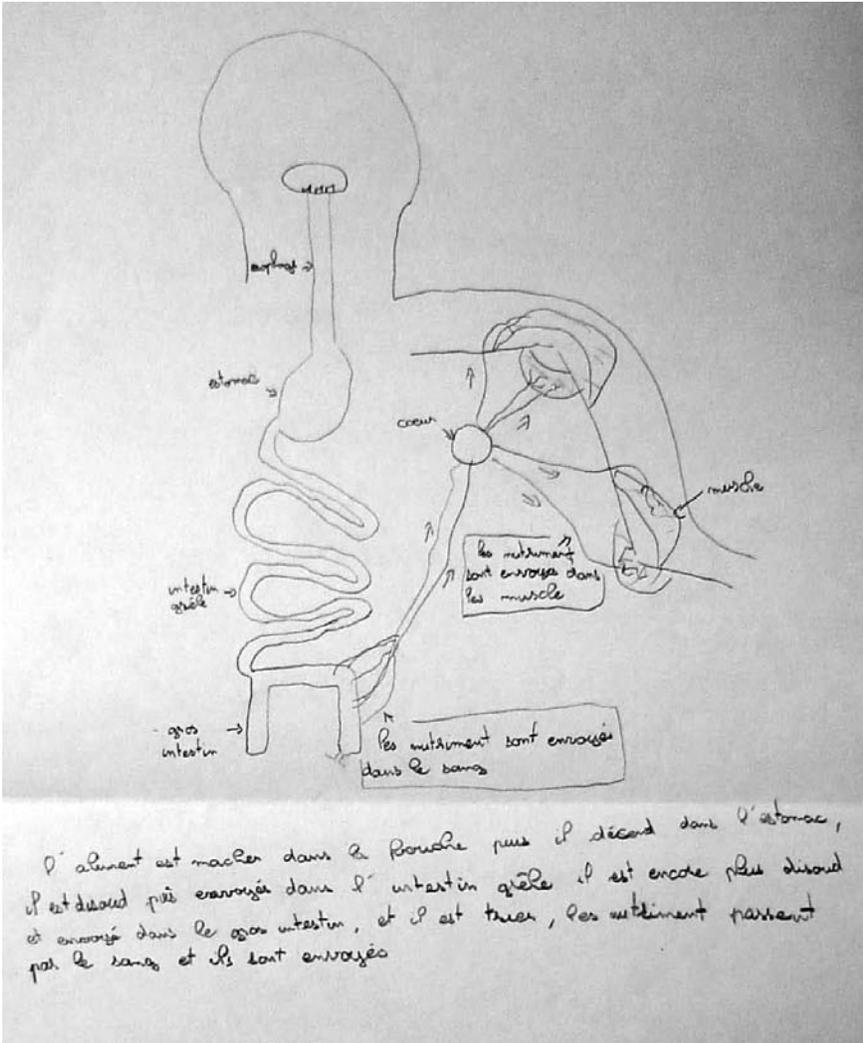
BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI J.-P. & PETERFALVI B. (1997). Stratégies de travail des obstacles : dispositifs et ressorts. *Aster*, n° 25, p. 193-216.
- BACHELARD G. (1993). *La formation de l'esprit scientifique* [1938]. Paris : Vrin.
- BACHELARD G. (1998). *Le Rationalisme Appliqué* [1949]. Paris : PUF.
- BACHELARD S. (1979). Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles. In P. Delattre & M. Thellier. *Élaboration et justification des modèles*. Paris : Maloine, p. 3-19.
- BAKHTINE M. (1984). *Esthétique de la création verbale*. Paris : Gallimard.
- BRONCKART J.-P. (1996). *Activité langagière, textes et discours*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- CANGUILHEM G. (2003). *La connaissance de la vie* [1965]. Paris : Vrin.
- DELEUZE G. (1969). *La logique du sens*. Paris : Les Éditions de Minuit.
- FABRE M. & ORANGE C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, n° 24, p. 37-57.

- FABRE M. (1993). De la résolution de problème à la problématisation. *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère nouvelle*, n° 4-5, p. 71-101.
- FABRE M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- FABRE M. (2003). Bouvard et Pécuchet ou l'impuissance à problématiser. *Le Télémaque*, n° 24, p. 137-154.
- FABRE M. (2005). Deux sources de l'épistémologie des problèmes : Dewey et Bachelard. *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère nouvelle*, n° 3, p. 53-66.
- FILLON P., ORANGE C., PETERFALVI B., REBIÈRE M. & SCHNEEBERGER P. (2004). Argumentation et construction de connaissances en sciences. In J. Douaire (coord.). *Argumentation et disciplines scolaires*. Paris : INRP, p. 203-247.
- FOUCAULT M. (1969). *L'archéologie du savoir*. Paris : Gallimard.
- GRIZE J.-B. (1996). *Logique naturelle et communication*. Paris : PUF.
- GRIZE J.-B. (1997). *Logique et langage*. Paris : Ophrys.
- JACOB F. (1981). *Le jeu des possibles*. Paris : Fayard.
- JAUBERT M. & REBIÈRE M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster*, n° 31, p. 173-195.
- JAUBERT M. & REBIÈRE M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoir. *Aster*, n° 33, p. 81-110.
- KUHN T.S. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion.
- LHOSTE Y. (2004). *Problématisation et pratiques langagières lors du débat scientifique en SVT sur le thème de la nutrition au collège*, Mémoire de DEA en sciences de l'éducation et didactiques non publié, université de Nantes, Nantes.
- LHOSTE Y. (2005). Argumentation sur les possibles et construction du problème dans le débat scientifique en classe de 3^e sur le thème de la nutrition. *Aster*, n° 40, p. 153-176.
- MARTINAND J.-L. (dir.) (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.
- ORANGE C. (1993). Repères épistémologiques pour une didactique du problème. *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère nouvelle*, n° 4-5, p. 33-49.
- ORANGE C. (2000). *Idées et raisons : Construction de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en sciences de la vie et de la Terre*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en sciences de l'éducation non publié, université de Nantes, Nantes.

- ORANGE C. (2002). Apprentissage scientifique et problématisation. *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère nouvelle*, n° 1, p. 25-41.
- ORANGE C. (2003). Débat scientifique dans la classe et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, n° 37, p. 83-107.
- ORANGE C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère nouvelle*, n° 3, p. 69-93.
- PETERFALVI B. (2001). *Obstacles et situations didactiques en sciences : processus intellectuels et confrontations : l'exemple des transformations de la matière*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation non publiée, université de Rouen, Rouen.
- PETERFALVI B. (2005). *Travail sur les obstacles et problématisation, quels apports réciproques*. 73^e congrès de l'ACFAS, Chicoutimi, Québec, mai 2005.
- POPPER K.R. (1998). *La connaissance objective* [1991]. Paris : Flammarion.
- REBIÈRE M. (2000). *Langage, posture et cognition*. Thèse de doctorat non publiée, université de Bordeaux 2, Bordeaux.
- TOULMIN S. (1973). *L'explication scientifique*. Paris : Armand Colin.
- VYGOTSKI L. (1998). *Pensée et langage*. Paris : Éd. La dispute.
- WITTGENSTEIN L. (1987). *De la certitude* [1958]. Paris : Gallimard.

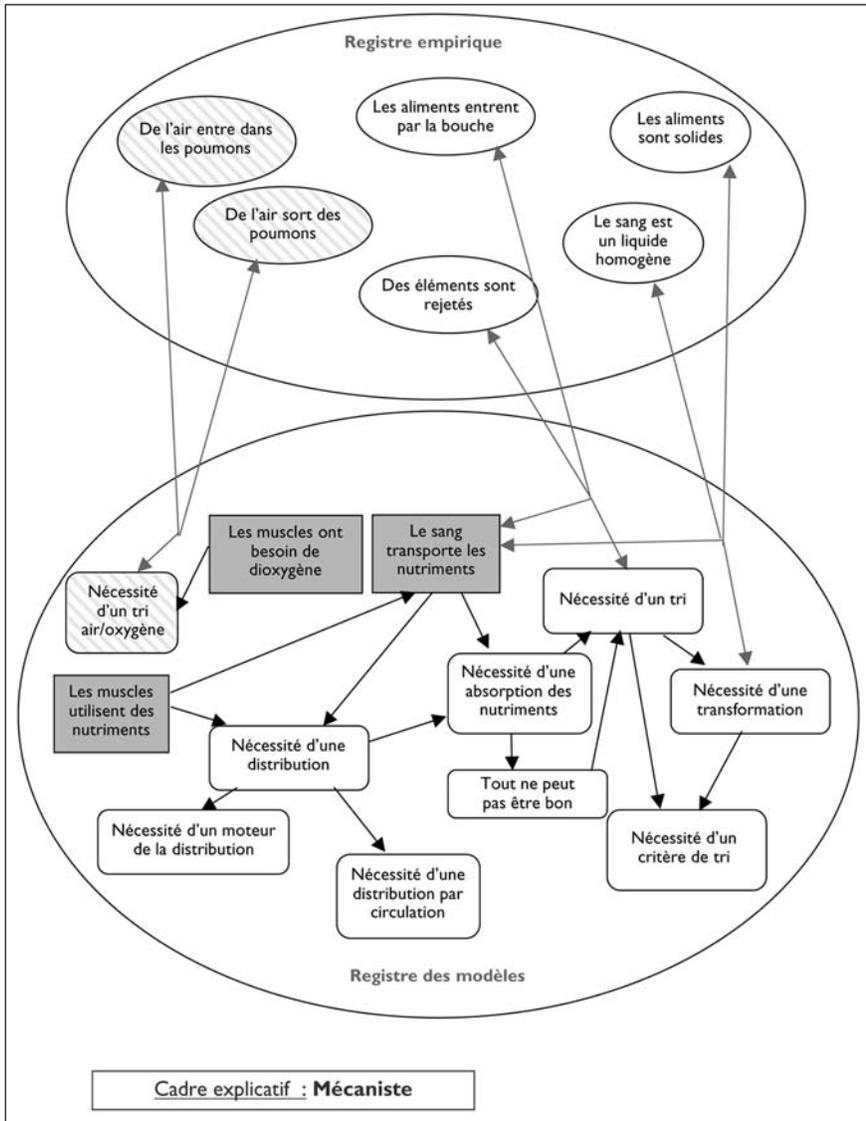
**ANNEXE I : Production individuelle de
Kévin (qui sera dans le groupe 2)**



**ANNEXE 2 : « Idées » présentes dans
les productions individuelles et les affiches
de groupe en lien avec la circulation sanguine**

	Le sang transporte les nutriments.	Distribution (E : explicite)	Circuit clos	Cœur représenté (R) ou impliqué dans la distribution (I)
Angéline	X	X		
Angélique P	X	X		R
Benoît	X	X		
Anthony		X		
Groupe 1	X	X		R
Manuel	X	X		
Clément	X	X		R
Chloé		X E		
Stéphane	X	X		
Kévin	X	X		R
Groupe 2	X	X		R
Maxime Bil.	X	X		R
Florian	X	X ?		
Christopher		X ?		
Lolita		X ?		
Groupe 3	X	X		R et I
Camille	X	X		R et I
Angélique H.	X	X		R ?
Maëva	X	XE		R et I
Maud	X	X		R et I
Léa		X		
Groupe 4	X	XE		R et I ?
Jean-Luc	X	XE		R
Samuel	X	X		R et I
Anne-Laure	X	XE		
Cindy	X	XE		
Groupe 5	X	XE		R
Fabien	X	X	X	R
Paul		X	X	
Maxime Big.	X	X	X	R
Sabrina	X	X	X	R et I
Groupe 6	X	XE	X	R et I

ANNEXE 3 : Espace de contraintes en jeu dans un débat sur la nutrition en 3^e



ANNEXE 4 : Affiche du groupe 3

