

ARGUMENTATION SUR LES POSSIBLES ET CONSTRUCTION DU PROBLÈME DANS LE DÉBAT SCIENTIFIQUE EN CLASSE DE 3^e SUR LE THÈME DE LA NUTRITION

Yann Lhoste

Le débat scientifique en classe sur le thème de la nutrition peut permettre d'engager les élèves dans un processus de construction d'un savoir scientifique par problématisation.

Cette construction des problèmes repose sur l'activité langagière des élèves et de l'enseignant en situation. À partir de la transcription d'un débat avec une classe d'élèves âgés de 14-15 ans, nous avons croisé les approches épistémologiques et langagières. Cette double analyse nous a permis de procéder à des distinctions entre les différentes raisons construites lors du débat, ce qui donne des indications nouvelles par rapport au processus de conceptualisation et ouvre des perspectives pour une meilleure compréhension de la manière dont les élèves construisent les problèmes dans les sciences de la vie et de la Terre.

Le débat scientifique en classe est un dispositif pédagogique mis en œuvre régulièrement dans les classes par les enseignants qui souhaitent engager les élèves dans une perspective de rupture. C'est la première fonction du débat décrite dans les travaux de didactique des sciences. Le débat permet un travail des obstacles à l'apprentissage grâce aux mécanismes psychologiques qu'il met en œuvre, notamment à travers le conflit socio-cognitif (Astolfi & Peterfalvi, 1997).

La fonction didactique que nous faisons jouer au débat scientifique en classe est différente et complémentaire. En effet, nous nous inscrivons dans la tradition rationaliste (Bachelard, 1949 ; Popper, 1979) selon laquelle l'activité scientifique consiste avant tout à construire des explications (Toulmin, 1961 ; Jacob, 1981) et à les soumettre à la critique (Popper, 1979). En classe, ce sont bien les processus permettant la construction des savoirs scientifiques que l'on doit pouvoir faire vivre aux élèves si l'on veut qu'ils apprennent des sciences. Comme l'ont montré les travaux de Orange (2000, 2002, 2003, 2004) et de son équipe, le débat scientifique en classe permet de questionner les différentes explications produites par les élèves, ce qui leur permet de s'engager dans un processus de construction de problèmes (ou problématisation).

Pour comprendre ce qui se joue du côté de la construction des problèmes lors du débat, il convient de prendre au sérieux ce que disent les élèves, car c'est à partir de cela que nous pourrions inférer et comprendre ce qu'ils pensent et ce qu'ils apprennent (Foucault, 1966, 1969 ; Vygotski, 1937).

Cette contribution s'inscrit à la suite de l'analyse d'un débat à l'école primaire proposée par Orange (2003) et permettra,

le débat
scientifique :

moyen
de construire
des savoirs
scientifiques

après avoir présenté le cas étudié, de comparer les raisons construites sur le thème de la nutrition par des élèves d'âge différents (9-11 ans *versus* 14-15 ans). À cette analyse épistémique fera suite une analyse des argumentations sur les possibles construites par les élèves lors d'étapes précises du débat scientifique. En conclusion, nous commencerons à faire apparaître les informations que peuvent nous apporter cette analyse croisée sur la construction de savoirs problématisés par les élèves.

1. CORPUS DE DONNÉES

1.1. Place didactique du débat scientifique dans la classe de 3^e

Le débat dont nous étudierons certains extraits a eu lieu dans une de nos classes de 3^e (14-15 ans) dans le cadre de la partie du programme de *sciences de la vie et de la Terre* de la classe de 3^e consacrée au « *Fonctionnement de l'organisme, activité des cellules et échanges avec le milieu* ». Il s'agit de faire construire aux élèves un modèle intégré des processus de nutrition faisant intervenir les apports en nutriments et en dioxygène pour expliquer le métabolisme de la cellule (apport de matière et d'énergie). Le travail réalisé avec les élèves s'inscrit dans un premier chapitre consacré à la digestion et l'absorption intestinale.

• Phase 1 : évaluation-diagnostic

produire
des explications

Après avoir précisé que la classe allait produire une affiche expliquant les mécanismes de la nutrition, l'enseignant demande aux élèves de réaliser individuellement un schéma et un texte expliquant comment un organe comme le muscle est approvisionné en énergie et en matière.

• Phase 2 : production des affiches qui seront le support du débat de classe

En s'appuyant sur l'analyse de ces productions en fonction des idées qu'elles contiennent (idées de distribution, de tri, de transformation), l'enseignant constitue des groupes de trois ou quatre élèves ayant des conceptions proches. Chaque groupe produit une affiche répondant à la même question que celle posée lors de l'évaluation-diagnostic.

• Phase 3 : débat scientifique dans la classe

les présenter
à la classe...

Ces affiches sont le support du débat de classe qui se déroule à la troisième séance. L'affiche d'un groupe est présentée à la classe. Les autres élèves peuvent poser des questions. Lorsque les élèves semblent avoir compris l'explication, un autre groupe présente une seconde affiche disposée à côté de la première. Lorsque deux affiches ont été présentées et questionnées, on

les comparer...

procède à une comparaison de ces deux affiches. L'enseignant note au tableau les points communs et les différences entre les deux solutions possibles. Une fois la comparaison achevée, une troisième affiche vient recouvrir la première et ainsi de suite.

Cette séance a été filmée. La transcription complète des différentes interventions constitue notre corpus de données.

• Phase 4 : mise à l'épreuve des hypothèses des élèves

...et les soumettre à la critique

Différentes séances permettent ensuite aux élèves de mettre à l'épreuve les explications produites lors du débat de classe. Une synthèse écrite et un schéma-bilan sont construits par les élèves.

• Phase 5 : évaluation sommation

L'enseignant propose des modèles de la nutrition qui ne respectent pas certaines nécessités construites lors du débat et travaillées lors de la phase 4. Les élèves indiquent si le modèle est recevable et expliquent leur réponse.

1.2. Le débat scientifique dans la classe et la construction des problèmes

problématiser...

Lors du débat scientifique dans la classe, chaque groupe présente à la classe ce qu'elle ce qu'il considère comme une solution possible à la question posée par l'enseignant. Cette première phase du débat de classe permet d'obtenir des informations sur les représentations des élèves, représentations à propos du savoir en jeu et sur l'activité dans laquelle ils sont engagés.

...c'est passer des idées aux raisons...

La suite des échanges (comparaison des affiches) permet, comme l'a montré Orange (2000), de passer des idées, qui reposent sur des connaissances de la vie quotidienne, aux raisons qui caractérisent le savoir scientifique.

Présentons les raisons qui sont construites lors du débat scientifique dans la classe.

**2. RAISONS CONSTRUITES
LORS DU DÉBAT SCIENTIFIQUE DANS LA CLASSE**

C'est à partir d'une analyse des productions langagières des élèves sur le plan épistémique que nous avons procédé à l'identification des raisons en jeu dans le débat scientifique de 3^e (élèves âgés de 14-15 ans).

Pour comprendre la façon dont s'effectue le passage des idées aux raisons, nous nous référons aux travaux de Martinand *et al.* (1992, 1994) sur la modélisation. En effet, explication et modélisation ont un lien étroit en science. « *L'idée première est de distinguer le modèle de son référent, ou plutôt le registre de*

...en articulant... *l'élaboration modélisante du registre du référent empirique* » (Martinand, 1992, p. 15). La construction du problème consiste alors à « *mettre en tension critique le savoir* », c'est-à-dire à articuler « *explicitement des contraintes empiriques relevées comme pertinentes, avec des conditions de possibilité des modèles explicatifs* » (Orange, 2000, p. 27).

...le registre empirique... Cela nous conduit à distinguer, parmi les interventions des élèves, celles qui appartiennent au registre empirique (Léa en 240 : « *Bah que y a forcément quelque chose de rejeté* ») de celles qui appartiennent au registre du modèle (Florian en 185 : « *Sinon, ça pourrait pas passer dans le sang* » répondant à une question de l'enseignant qui demandait pourquoi il faut que les nutriments soient mis en tout petit) et des propositions qui articulent registre empirique et registre du modèle (Maxime en 228 : « *Les sucs gastriques, ils digèrent tout, parce que ben, y a, le corps a besoin de beaucoup de choses et il faut qu'il puise dans tout ce que l'on mange* »).

À partir de cette première classification des propositions des élèves, nous avons fait apparaître d'une part, des contraintes empiriques et théoriques ayant un caractère contingent et qui relèvent de ce fait de la modalité de l'assertorique et, d'autre part, des contraintes sur le modèle ayant un caractère de nécessité et qui relèvent de la modalité de l'apodictique. Dans la suite du texte, nous désignerons ce dernier type de contraintes par *nécessités*. Nous pensons que la mise en tension entre les éléments du registre empirique (identification des contraintes) et les éléments du registre du modèle (contraintes théorique et nécessités sur les modèles) provoque une « *ré-organisation du savoir* » (Bachelard, 1949/1998 p. 65) et constitue le sujet en rationalité en lui permettant d'accéder à « *des principes de nécessité* » (Bachelard, 1949/1998 p. 11). Ce travail permet à l'élève de passer d'une connaissance commune à un savoir scientifique dans la mesure où ce savoir acquiert une valeur d'apodicticité.

L'analyse en détail de ce débat, selon la méthodologie décrite par Orange (2000), nous a permis de dégager les contraintes et les nécessités suivantes.

2.1. Contraintes empiriques

Six contraintes empiriques ont été identifiées par les élèves au cours de ce débat (1).

- **Les aliments entrent par la bouche** (1, 17-18, 34, 100, 187, 200₁, 282).
- **Il y a des sorties, ce qui est rejeté** (1, 100, 193₂, 200₂, 240, 282, 236₆, 327, 334, 329-330₁).

(1) Les numéros indiqués 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.

mettre en tension
des contraintes
empiriques...

- **Il y a une entrée d'air dans les poumons** (3, 10, 332).
- **Il y a une sortie d'air des poumons** (10)
- **Les aliments sont solides** (98, 184-185, 187, 191₁, 200₁, 210, 236, 237-238, 255, 282, 301)
- **Le sang est un liquide homogène** (ne contenant pas de parties solides) (98, 184-185, 210, 255, 257, 301).

2.2. Contraintes théoriques et nécessités sur le modèle

Parmi les propositions référées au registre du modèle, nous avons distingué trois contraintes théoriques partagées par la plupart des élèves de la classe et qui ne seront jamais soumises à discussion (elles sont « hors-question ») et neuf nécessités qui sont construites lors du débat.

• Contraintes théoriques

Les trois contraintes théoriques figurent à l'intérieur de cadres dans l'espace de contraintes présenté sur le document 1.

...des contraintes
théoriques...

- **Les muscles utilisent les nutriments comme source de matière et d'énergie** (1, 34, 193₃, 282).
- **Les muscles ont besoin de dioxygène pour produire de l'énergie et de la matière** (3, 10, 332).
- **Le sang transporte les nutriments dans l'organisme** (1, 17-18, 20, 34, 98, 130, 135, 184-185, 193₃, 255, 257, 282, 320, 326₆).

• Différentes constructions des nécessités sur le modèle

- **La nécessité d'un tri des aliments** est construite de la façon suivante : comme, parmi ce que l'on mange, certaines parties sont utilisées par les organes et d'autres sont rejetées, il faut bien qu'il y ait un tri parmi ce qui est mangé (30-31, 43, 100, 193₂, 200₂, 282, 327, 329-330₁).
- **La nécessité d'un tri au niveau de l'air** est construite sur le même modèle (intervention 10).
- **La nécessité d'une transformation** est établie par mise en tension entre différentes contraintes. Les aliments que nous mangeons sont solides. Or c'est le sang qui transporte ce dont les muscles ont besoin. Comme le sang est un liquide homogène, les aliments doivent subir une transformation pour pouvoir passer dans le sang (98, 184-185, 236, 237-238, 255, 257, 301).
- **La nécessité d'une distribution** apparaît rapidement dans le débat sous la forme d'une critique d'un modèle (12, 13). Maxime comprend comment, à partir des aliments, « ce qui est bon » passe dans le sang mais, puisque ce sont les muscles qui ont besoin de « ce qui est bon », il se demande comment cela « va jusqu'au muscle ». Nous avons choisi de distinguer cette contrainte de la contrainte théorique « le sang transporte les nutriments » car il nous semble que, dans cette intervention, Maxime interroge le groupe non pas sur l'intervention du sang dans le transport des nutriments

mais plutôt sur le « système de tuyauterie » qui permet de conduire le sang jusqu'au muscle (12, 13).

- **La nécessité d'une absorption des nutriments dans le sang** est mise en avant lors de la mise en tension de la nécessité du tri et de la contrainte théorique : « *le sang transporte les nutriments* ». Il faut donc que les nutriments passent dans le sang (20, 200₃, 320, 345-346, 356).
- **La nécessité de ne pas mélanger « ce qui est bon » et « ce qui sera rejeté »** s'appuie sur l'idée que tout ne peut pas être utilisé par les muscles (30-31, 52-53), au risque de rendre l'organisme malade (54-55).
- **La nécessité que la distribution soit effectuée par un circuit** clos est établie lors d'un épisode argumentatif qui conduit à mettre en évidence *l'impossibilité d'une distribution par des tuyaux* puisque cela provoquerait l'éclatement du muscle par afflux de sang (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 dans un seul sens** correspond à l'idée que, pour que des fluides circulent, il faut qu'il y ait un dispositif qui assure la mise en mouvement de ces fluides (166, 169, 172).
- **La nécessité d'un critère pour le tri** donne lieu à plusieurs propositions : le critère bon/mauvais et le critère de la taille. Ce second critère apparaît dans le débat lorsque l'on discute de la transformation qui permet de broyer les aliments, de les rendre plus petits (193₃, 200₂, 210, 215, 219, 220, 222, 224).

...et des nécessités sur le modèle...

2.3. Cadres explicatifs

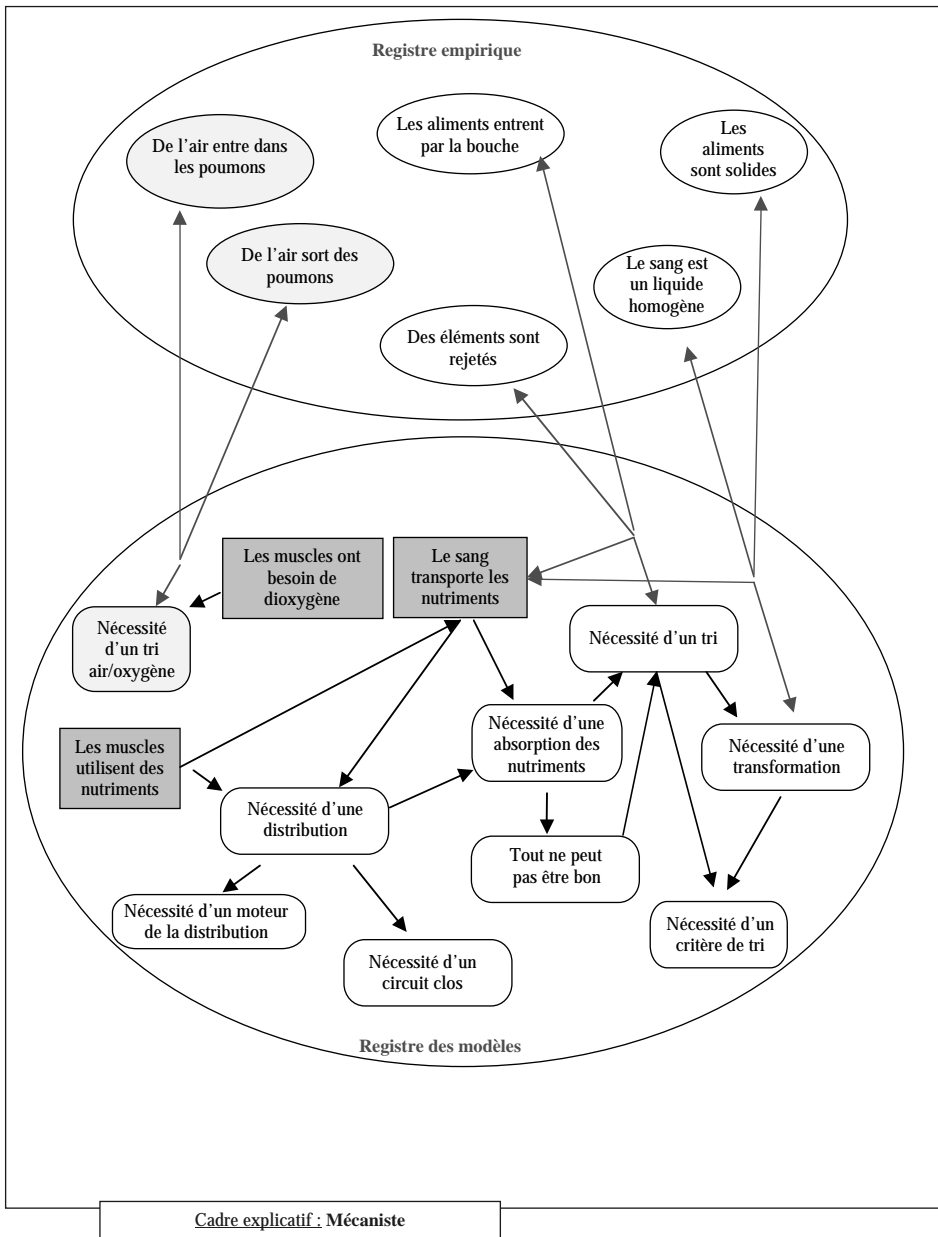
Les éléments du registre du modèle proposés par les élèves permettent d'inférer les systèmes de pensée des élèves (ce que Foucault, 1966/1990 p. 13- nomme *épistémè*) qui leur ont permis d'élaborer ce type de modèle. Lors des débats scientifiques, il arrive que la plupart des élèves de la classe partagent le même système de pensée. Dans la mesure où la communauté constituée par la classe partage un même système de pensée, celui-ci peut accéder au statut de *matrice disciplinaire* tel qu'il est défini par T. Kuhn (1962/1993 p. 248). À partir d'une interprétation de ce que dit un élève ou de ce sur quoi la classe semble se mettre d'accord, l'enseignant ou le chercheur peut inférer l'*épistémè* d'un élève ou la *matrice disciplinaire* de la classe. Cette possibilité d'une « *archéologie du savoir* » (Foucault, 1969) individuelle ou interindividuelle permet d'inférer le cadre explicatif dans lequel se développe le débat scientifique dans la classe. Dans le cas présenté le cadre explicatif est celui du mécanisme.

...dans un cadre explicatif mécaniste...

... pour construire un espace de contraintes

À partir de ces différentes contraintes empiriques, contraintes théoriques, nécessités sur les modèles et de la dynamique du débat de classe, nous avons construit l'espace de contraintes en jeu dans ce débat, présenté sur le document 1.

Document 1. Espace de contraintes en jeu dans un débat sur la nutrition en 3^e



Les raisons construites par les élèves lors du débat scientifique sont épistémologiquement pertinentes puisqu'elles fondent le concept de nutrition, même si elles ne reposent pas toujours sur des fondements scientifiques (Orange, 2003, p. 102).

2.4. Comparaison avec un débat dans une classe d'élèves âgés de 9-10 ans

La comparaison avec les explications produites par des élèves de CM1-CM2 (Orange, 2003, p. 88) met en évidence deux différences principales.

- Les élèves âgés de 14-15 ans construisent un système intégré de la nutrition (Banet & Nunez, 1997) puisqu'ils font apparaître dans leur modèle les besoins des muscles en nutriments et en dioxygène. Les élèves de CM1-CM2 construisent un modèle non-intégré de la nutrition sans référence à la consommation de dioxygène. Cette différence peut s'expliquer en partie par les questions qui ont été posées aux élèves : Question pour les CM : « Comment ce que j'ai mangé peut-il me donner des forces ? »

Question pour les 3^e : « Expliquer comment un organe est approvisionné en énergie et en matière »

Alors que la question de départ en CM concerne essentiellement un apport de matière, la question en 3^e évoque le terme d'énergie en plus de celui de matière, en accord avec ce qui est attendu des élèves à ces niveaux de classe.

Les connaissances acquises antérieurement interviennent également : il semble que certains élèves de 3^e aient retenu de leur cours de 5^e que les muscles pour se contracter ont besoin de nutriments et de dioxygène puisqu'ils font référence à ces deux éléments dans le débat.

- Lors du débat en 3^e, de nouvelles nécessités apparaissent, comme celle d'une absorption, d'une distribution par circuit clos ou encore celle d'un critère pour le tri. Nous pensons que ces nécessités se construisent grâce à un cadre explicatif mécaniste qui paraît parfaitement établi en 3^e, permettant de mener à bien des déductions et des raisonnements, avec peu de références au registre empirique. Une différence notable concerne le rôle du sang dans le transport des nutriments qui, dans le débat de la classe de troisième, est « hors-question » et constitue un point d'appui permettant à la problématisation de se développer.

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, celle de la construction des schématisations telle qu'elle a été théorisée par Grize (1999, 1996) pour comprendre de façon plus fine comment les raisons se construisent dans l'interaction.

les élèves de 3^e
construisent
un système intégré
de la nutrition

les élèves de 3^e
(13-14ans)
construisent
d'autres raisons
que les élèves de
CM (9-10ans)

3. PRÉSENTATION DES AFFICHES LORS DU DÉBAT SCIENTIFIQUE ET SA FONCTION PAR RAPPORT À LA CONSTRUCTION DU PROBLÈME

la présentation
des affiches
renseigne sur...

Le débat scientifique en classe que nous avons analysé articule deux phases différentes : une phase pendant laquelle les élèves du groupe présentent l'affiche qu'ils ont produite lors de la séance 2 et l'explicitent ; une phase pendant laquelle l'enseignant permet aux élèves de comparer deux affiches présentées au tableau.

...la représentation
de l'activité
scientifique
des élèves...

La première phase du travail est importante car c'est un moment où l'élève en charge de la présentation occupe une position discursive haute au sein de la communauté discursive puisqu'il assure la progression thématique (Weisser, 2003) de l'énonciation. De plus, cet élève endosse une responsabilité importante par rapport à la prise en charge de l'énonciation. Cela nous amène à penser que l'élève qui présente le travail du groupe va mobiliser les stratégies qu'il considère comme les plus adaptées à la représentation qu'il se fait de la tâche.

...et le degré
de stabilisation
des nécessités

L'analyse des stratégies qu'il utilise devrait nous donner des informations à la fois sur la façon dont l'élève se représente l'activité qu'il est en train de mener et sur le processus de problématisation lui-même, puisque la présentation des affiches est contextualisée. Nous voulons dire par là que, lorsqu'un élève présente une affiche, toutes les discussions qui ont eu lieu avant la présentation influence sa présentation. Ainsi lorsqu'une nécessité est construite avant la présentation d'un groupe, il est significatif que l'élève qui assure la présentation prenne en compte ou non la nécessité dans son énoncé. C'est par là que nous pensons pouvoir établir des liens entre l'argumentation sur les possibles et le processus de problématisation.

importance
de l'argumentation
sur les possibles

Si l'on considère à la suite de Canguilhem (1965/2003, p. 58) que la genèse d'une solution possible est aussi importante que la démonstration du nécessaire, la théorisation que propose Grize (1990, 1996) par rapport à la construction des schématisations semble, d'une part, être compatible avec notre cadre épistémologique et, d'autre part, répondre à nos besoins de modélisation d'une argumentation sur les solutions possibles. Grize définit la schématisation comme « *une représentation discursive orientée vers un destinataire de ce que son auteur conçoit ou imagine d'une certaine réalité* », une façon « *de faire voir quelque chose à quelqu'un* » (Grize, 1996, p. 50), ainsi que « *son résultat virtuel qui consiste en un micro-univers pro-posé devant l'objecteur virtuel B.* » (Grize, 1982, p. 172). Pour qu'un énoncé proposé par un élève soit recevable, il est nécessairement négocié. C'est pourquoi l'analyse des stratégies utilisées par un élève pour construire cet énoncé peut nous apporter des informations par rapport à la problématisation.

concept
de schématisation
de Grize :
des outils d'analyse

Nous analyserons les schématisations en utilisant les catégories proposées par Fillon *et al.* (2004, p. 236-245) et éprouvées préalablement par Jaubert & Rebière (2000 et 2001). Ces catégories sont construites à partir des catégories de Grize (1996) et des opérations d'objet développées par Bronckart (1996). Nous les présenterons lorsque nous les utiliserons dans le paragraphe suivant.

4. CONSTRUCTION ET NÉGOCIATION DES SCHÉMATISATIONS DES SOLUTIONS POSSIBLES

4.1. Délimitation des phases de construction des schématisations

Puisque deux phases alternent lors du débat scientifique (présentation des affiches et comparaison), il convient de délimiter les phases de présentation des affiches qui correspondent à ce que nous considérons maintenant comme un travail de schématisation sur les solutions possibles.

délimiter les phases
de construction
des schématisations

Nous avons identifié le début de la schématisation où un élève présente le pré-modèle à partir de l'affiche à la classe et la fin de la schématisation, lorsque l'enseignant ou les élèves ont fini de questionner le modèle présenté et que l'enseignant propose de passer à la phase de comparaison entre les affiches.

En effet, nous avons considéré que, lorsque le questionnement du modèle se termine, cela signifie que la schématisation est achevée et qu'elle peut être une solution possible et recevable comme telle par la communauté discursive.

Ainsi pouvons-nous proposer le découpage suivant :

- groupe 1 : interventions de 1 à 18 (document 2),
- groupe 2 : interventions de 34 à 45 (document 3),
- groupe 3 : intervention de 100 à 108 (document 4),
- groupe 4 : interventions 187 à 193 (document 5),
- groupe 5 : interventions de 282 à 314 (document 6),
- groupe 6 : intervention 326.

...pour les analyser

Nous n'analyserons pas cette dernière intervention qui n'a pas donné lieu à négociation, d'une part, parce qu'elle est d'emblée très complète, et d'autre part, parce que, la séance touchant à sa fin, l'enseignant a choisi de mener le travail de comparaison aussitôt après cette présentation.

C'est ce corpus réduit que nous allons analyser (à l'exclusion de l'intervention 326).

4.2. Analyse de la construction des schématisations

L'analyse de la construction des schématisations des trois premiers groupes sera présentée dans les documents 2, 3 et 4. Nous comparerons la façon dont se sont construites ces trois schématisations pour comprendre les processus à l'œuvre dans cette phase du débat scientifique.

On remarque que pour ces trois premières constructions, le passage du pré-modèle à la schématisation finale correspond aux deux améliorations suivantes.

les schématisations
construites
par les élèves
gagnent
en précision...

La première est l'augmentation de la précision de la schématisation finale sur le plan épistémique par des opérations de référencement (groupe 1 et 2) ou d'actualisation (groupe 3) au niveau langagier

Cela correspond aux successions :

groupe 1 : « **ce qui est bon** » (caractère) → « **ça** » → « **nutriments** » (nom commun) ;

groupe 2 : « **ils** » → « **les nutriments** » en 36 et 38 ;

groupe 3 : « *ily a un tri* » → « le tri a lieu **dans l'estomac** », en 102.

Document 2. Construction et négociation de la schématisation du groupe 1

11-Angélique :	Nous en fait, on pense que quand <i>on mange quelque chose</i> , ça va dans l'œsophage jusque dans l'estomac et puis que ensuite, ben le ... l'organisme il trie ce qui est bon et ce qui est pas bon. Ce qui est bon passe dans le sang, dans tous les organes quoi. Ce qui n'est pas bon continue dans les intestins pour ensuite être rejeté.	Pré-modèle
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 ce qui est pas bon, mais, ça va au muscle comment ?	Critique concernant « ce qui est bon passe dans tous les organes » : rien n'indique comment ça va du sang aux organes
13-Maxime :	Comment va ce que, l'organisme il choisit ce qui est bon mais comment ça va jusqu'au muscle en fait ?	
14-Angélique :	Par les vaisseaux sanguins, quand ça passe dans le sang.	Extension de l'objet du discours pour répondre à la critique émise ci-dessus et reprise-modification par paronymie : « <i>par les vaisseaux sanguins</i> , quand ça passe dans le sang »
15-Enseignant :	Alors, qu'est-ce qui passe dans le sang ?	
16-Angélique :	Eh..... eh... les nutriments .	Reprise-modification de « ce qui est bon » par référencement : ce qui est bon = les nutriments
17-Enseignant :	donc les nutriments passent dans le sang et ils viennent d'où les nutriments ?	
18-Angélique :	<u>de ce que l'on a mangé...</u>	Reprise-modification de « <i>on mange quelque-chose</i> » par actualisation <u>de ce que l'on a mangé</u>
<p>Schématisme finale telle que nous pouvons la reconstruire « À partir <u>de ce que l'on a mangé</u>, l'organisme trie ce qui est bon, les nutriments, de ce qui ne l'est pas. Les nutriments passent dans le sang et sont transportés jusqu'aux muscles <u>par les vaisseaux sanguins</u>. Ce qui n'est pas bon continue pour être rejeté. »</p>		

Document 3. Construction et négociation de la schématisation du groupe 2

34-Clément :	Alors les nutriments, ils passent par l'œsophage, l'estomac et ils passent par le sang dans l'intestin et ils nourrissent les muscles.	Pré-modèle
35-Enseignant :	Quand vous dites « ils », vous parlez de quoi ?	
36-Clément :	Bah, des <u>nutriments</u> .	Reprise-modification des trois ils par référenciation : ils = des nutriments
37-Enseignant :	Sur votre affiche, vous avez mis aliment, en orange, c'est la même chose <i>aliment</i> et nutriment ?	
38-Clément :	Oui.	Reprise-modification de trois ils par glissement lexical : nutriments = aliments
39-Enseignant :	Alors, des questions complémentaires ?	
40-Benoît :	L'air, il va dans l'estomac aussi ?	
41-Clément :	Il passe par les poumons.	
42-Enseignant :	Ça n'apparaît pas là, c'est juste ce qui concerne les aliments.	
43-Léa :	Il n'y a pas de tri.	Critique : Il n'y a pas de tri
44-Enseignant :	Il n'y a pas de tri. Est-ce qu'il y a un, mais il n'y a pas de tri sur votre affiche. La question, c'est pour les trois membres du groupe, Kévin ? Est-ce qu'il y a un ou pas de tri, parce qu'avant il y a un tri entre ce qui est bon et ce qui est mauvais sur l'affiche d'avant, c'est ça Anthony, il y a un tri entre ce qui est bon et ce qui est mauvais et là il n'y a pas de tri, c'est ça ?	
45-Kévin :	Y a un <u>tri</u> au niveau <u>des intestins</u> .	Extension de l'objet du discours par ajout : <u>Y a un tri au niveau des intestins</u> (montre sur l'affiche) en 47
<p>Schématisation finale telle que nous pouvons la reconstruire « <u>Les nutriments</u> passent par l'œsophage et l'estomac. <u>Les nutriments</u> sont triés au niveau de l'intestin et passent par le sang. <u>Les nutriments</u> peuvent nourrir le muscle. »</p>		

Document 4. Construction et négociation de la schématisation du groupe 3

100-Florian :	Les aliments, ils passent dans l'œsophage et dans l'estomac (montre le trajet), <i>il y a un tri</i> , ce qui n'est pas bon, <u>va dans l'intestin grêle</u> et... et après est rejeté.	Pré-modèle
101-Enseignant :	Le tri, il a lieu où ? Essayez d'être précis.	
102-Florian :	<u>Dans l'estomac.</u>	Actualisation de « <i>il y a un tri</i> » : le tri a lieu « <u>dans l'estomac</u> »
103-Enseignant :	Il y a un tri dans l'estomac. Montrez nous, « ce qui est bon » où ça va ?	
104-Florian :	<u>Ça va dans le cœur.</u>	Extension de l'objet du discours : <u>ce qui est bon</u> , « <u>ça va dans le cœur</u> »
105-Enseignant :	D'accord et ce qui est mauvais ?	
106-Florian :	Bah, <u>dans l'intestin grêle.</u>	Référenciation par répétition de « ce qui n'est pas bon <u>va dans l'intestin grêle</u> » : ce qui n'est pas bon « <u>va dans l'intestin grêle</u> »
107-Enseignant :	Est-ce que ça va là ?	
108-Collectif :	Oui	
Schématisation finale telle que nous pouvons la reconstruire « Les aliments passent dans l'œsophage et dans l'estomac. Il y a un tri <u>dans l'estomac</u> . Ce qui n'est pas bon <u>va dans l'intestin grêle</u> et ensuite sera rejeté. <u>Ce qui est bon, ça va dans le cœur.</u> »		

Dans ces trois cas, ce sont des interventions de l'enseignant qui incitent les élèves à procéder à ces opérations.

...et sont mises en cohérence...

La seconde est une mise en cohérence de la schématisation avec soit le cadre explicatif dans lequel se déroule le débat (groupe 1 et 3) soit des nécessités préalablement établies dans le débat (groupe 2)

...avec le cadre explicatif et les nécessités préalablement construites dans le débat

Dans la présentation d'Angélique (groupe 1), il y a un « vide » dans le trajet présenté, entre le moment où les nutriments passent dans le sang et le moment où ils arrivent aux organes. La continuité spatio-temporelle est une donnée forte du cadre explicatif mécaniste qui n'est pas respectée ici, ce que ne manque pas de rappeler Maxime (« *mais, ça va au muscle comment ?* » en 12). Angélique complète donc le trajet (elle complète le « *vide* ») par l'extension de l'objet du discours en 14 : entre le tube digestif et les organes, il y a des tuyaux, les vaisseaux sanguins. Un autre élément caractéristique du mécanisme est l'impossibilité de la disparition de matière. Ainsi, lorsque Florian (groupe 3) présente le tri selon une logique binaire bon/mauvais et qu'il indique uniquement le devenir des « *mauvais aliments* », il doit aussi indiquer où vont les « *bons aliments* », ce qui sera fait en 104. Dans le groupe 2, c'est l'intervention de Léa en 43 qui contraint Kévin et Clément (en 45) à prendre en compte la nécessité du tri (établie en 30-31).

Dans le cas des groupes 1 et 2, ce sont des interventions d'élèves qui orientent la schématisation dans ce sens. Pour le

meilleure précision
et
mise en cohérence

groupe 3, c'est une intervention de l'enseignant qui permet d'obtenir une information sur le devenir des « *bons aliments* ».

La construction des deux dernières schématisations s'inscrit, elle aussi, dans ce double processus d'augmentation de précision et de mise en cohérence. À travers l'analyse de celles-ci, nous mettrons en évidence comment s'effectue la mise en cohérence des schématisations par rapport à des nécessités préalablement construites dans le débat.

Document 5. Construction et négociation de la schématisation du groupe 4

187-Maëva :	En fait, les aliments, on les avale par la bouche. <i> Ils sont mâchés.</i>	Pré-modèle
188-Enseignant :	Est-ce que tout le monde est d'accord avec ça ?	
189-Collectif :	Oui	
190-Enseignant :	Donc, les aliments rentrent par la bouche, ok. On s'est à peu près mis d'accord sur le fait que ça rentrait par la bouche.	
191-Maëva :	C'est mâché <u>par les dents</u> et ça va dans l'estomac, <u>là c'est trié.</u>	Actualisation de « <i>ils sont mâchés</i> » : « c'est mâché <u>par les dents...</u> » Extension de l'objet du discours en ajout chronologique : « ...et ça va dans l'estomac, <u>là c'est trié.</u> »
192-Enseignant :	Alors dans l'estomac ?	
193-Maëva :	C'est broyé, ça rend les aliments liquides. Moi, je pense que ce qui est gros c'est... ce qui est gros <u>et</u> ce qui est mauvais c'est rejeté. Et puis ce qui est petit <u>et</u> ce qui est meilleur, en fait, ça passe par le cœur et ça se transforme en sang et ça va dans le muscle, ...et ça fait un cycle dans le muscle.	Extension de l'objet du discours en ajout chronologique : « C'est broyé, ça rend les aliments liquides... » Opération de couplage : « ...Moi je pense que ce qui est gros c'est ... ce qui est gros <u>et</u> ce qui est mauvais. Et puis, ce qui est petit <u>et</u> ce qui est meilleur, en fait, ça fait un cycle dans le muscle. »
Schématisme finale telle que nous pouvons la reconstruire « Les aliments sont avalés par la bouche où ils sont mâchés <u>par les dents</u> . Ceci va dans l'estomac où les aliments sont broyés, sont mis liquide , ce qui les rend très petits. C'est aussi dans l'estomac qu' <u>ils sont triés</u> : ce qui est mauvais <u>et</u> gros est rejeté, ce qui est bon <u>et</u> petit part vers le muscle. »		

rencontre
des nécessités
de transformation
et de tri...

La double extension (191 et 193) va faire se rencontrer la question du tri et celle de la transformation. Dans l'estomac, Maëva parle du tri. Mais elle se rend aussitôt compte qu'elle a oublié de parler de la transformation, préalable au tri. À notre avis, cette double extension provoque le couplage en 193. La conjonction de coordination **et** semble montrer la collusion entre le critère du tri et le résultat de la transformation des aliments. Cette collusion fait intervenir d'une part, une représentation préconstruite partagée par les élèves de la classe (catégories doubles dont l'une est dévalorisée, Orange, 2004, p. 3-4) et,

d'autre part, ce qui a été dit précédemment dans le débat sur la transformation des aliments, puisque la nécessité de la transformation a été établie au niveau des interventions 87-98 de la façon suivante : « *pour qu'une partie des aliments puisse passer dans le sang, ils doivent être rendus plus petits par l'action des acides produits par le foie et le pancréas* ». Maëva procède à une mise en rapport entre les éléments qui prennent en compte les deux éléments (bon **et** petit *versus* mauvais **et** gros).

Cette analyse sur le plan épistémique se trouve renforcée par deux indications langagières qui marquent, selon nous, le caractère conscient de cette mise en relation :

Il y a une rupture dans la prise en charge de l'énoncé de Maëva. Elle commence (187) par une énonciation neutre : « *En fait, les aliments, on les avale...* » qui est semblable à celle utilisée par les deux groupes précédents. Cette prise en charge minimale se poursuit en 191 et 193. Après une phrase en 193 sur ce modèle, Maëva change son positionnement énonciatif par une modalisation (« *Moi, je pense que...* »). La modalisation concerne à la fois le sens du mot penser et l'accentuation due à la reprise du moi en je.

Il y a aussi une rupture dans la phrase « *que ce qui est gros c'est... ce qui est gros **et** ce qui est mauvais* » qui traduit une rupture au niveau du savoir (Fillon *et al.*, 2004, p. 245).

Ce phénomène peut être interprété de la façon suivante : Maëva tente d'intégrer à l'énoncé qu'elle est en train de produire, un élément dont il a été question précédemment dans le débat et qui semble désormais admis par la communauté discursive et c'est en procédant à l'actualisation de son énoncé que la « collusion » entre le tri et la transformation se produit.

La référenciation en 296 du document 6 est importante dans la construction de la nécessité d'absorption à travers une paroi perméable : Jean-Luc, à la suite de Cindy, distingue le sang (le contenu) des vaisseaux sanguins (le contenant). Cette séparation contenu/contenant, même si c'est la seconde fois qu'elle apparaît lors de ce débat (intervention 14 : « *[Comment les nutriments vont-ils jusqu'aux muscles] Par les vaisseaux sanguins, quand ça passe dans le sang* »), permet ici – ce qui n'avait pas été le cas précédemment – de commencer à construire la nécessité d'une paroi, des vaisseaux sanguins, perméable. Cette perméabilité est nécessaire pour que les nutriments passent de l'intérieur du tube digestif dans le sang. La construction de cette schématisation, qui sépare le contenant du contenu, permet d'initier un véritable travail sur l'obstacle « tuyau continu à paroi perméable » identifié par Clément (1993, p. 151). Il nous semble que c'est l'argumentation de preuve établissant l'impossibilité d'une distribution par des tuyaux sanguins conduite par la classe précédemment (118-145) qui a rendu possible ce travail de l'obstacle. Il convient de noter que le pilotage du débat par l'enseignant ne permet pas de construire la nécessité d'une paroi perméable ; l'enseignant n'ayant pas identifié cette nécessité *a priori*, il ne la questionne pas.

...pour réduire
la discordance...

...des énoncés
produits
dans la classe

travail de l'obstacle
« *tuyau continu à
paroi perméable* »

Document 6. Construction et négociation de schématisation du groupe 5

282-Cindy :	Nous on a dit que les aliments, ils passent d'abord dans l'œsophage pour arriver dans l'estomac et c'est là, ils sont dissous par les sucs gastriques, en fait. Et puis après, à la sortie de l'estomac, <i>ils sont triés</i> , les nutriments, enfin ce qui est bon pour les muscles et tout ça, <i>ça passe dans le foie</i> et le reste ça passe dans l'intestin. Et ce qui va dans le foie, en fait, c'est, ça passe par la paroi jusque dans les vaisseaux sanguins et puis c'est conduit jusqu'au muscle.	Pré-modèle
283-Christophe :	Bah, là, elle parle du foie.	Remarque d'un élève qui souligne qu'ici le foie intervient. L'enseignant interprète cette remarque comme une demande de précision concernant le rôle du foie
284-Enseignant :	Vous parlez du foie, quelle est la, alors pourquoi est-ce que vous parlez du foie ? Pourquoi vous parlez du foie, vous êtes quatre, alors le foie, le foie il sert à quoi là ?	
285-Cindy :	Il sert à, il reçoit les nutriments.	Extension de l'objet du discours par explication de « <i>ça passe dans le foie</i> » : le foie il sert à recevoir les nutriments et « à les dissoudre plus »
286-Jean-Luc :	Bah, il sert à dissoudre plus, pour...	
287-Enseignant :	Quand vous dites dissoudre, ça veut dire quoi, c'est ce que vous disiez tout à l'heure, ça veut dire mettre liquide, c'est ça ? Transformer du solide en liquide. Pourquoi il faut que ça passe dans le foie avant d'aller dans le sang ?	
288-Jean-Luc :	Pour que se soit <i>plus petit encore</i> .	Extension de l'objet du discours par explication de « les dissoudre plus » : dissoudre davantage les aliments, ça leur permet d'être « <i>encore plus petits</i> »
289-Enseignant :	Pour que ce soit plus petit encore.	
290-Samuel :	Bah, oui.	
291-Enseignant :	Est-ce que tout va dans le foie ?	
292-Jean-Luc :	C'est séparé avant d'aller dans le foie, c'est séparé dans l'estomac.	Opération de référenciation par répétition de « <i>ils sont triés</i> » : il y a une « séparation dans l'estomac »
293-Enseignant :	Il y a une première séparation au niveau de l'estomac.	
294-Jean-Luc :	Ce qui est bon, ça va dans le foie, ce...	Opération de référenciation par répétition « ce qui est bon pour les muscles et tout ça, <i>ça passe dans le foie</i> » : « ce qui est bon, ça va dans le foie »
295-Enseignant :	Dans l'estomac, il y a une première séparation, c'est ça ? Il y a une première séparation entre ce qui est bon et ce qui est mauvais. Et ensuite, ce qui est bon, ça va dans le foie, le reste c'est rejeté, c'est ça. Et ce qui est bon, si je comprends bien, c'est re-dissous une seconde fois au niveau du foie, oui ? Une fois que c'est dissous, qu'est-ce que cela devient ?	
296-Jean-Luc :	Après, ça va dans les vaisseaux sanguins pour aller avec le sang.	Opération de référenciation par répétition de « ça passe par la paroi jusque dans les vaisseaux sanguins » : après le passage dans le foie, « ça va dans les vaisseaux sanguins pour aller avec le sang »
297-Enseignant :	Pourquoi il faut que ce soit re-dissous une seconde fois ?	

Document 6. Construction et négociation de schématisation du groupe 5

298-Jean-Luc :	Les choses ne sont pas bien dissoutes par l'estomac.	
299-Cindy :	Il peut pas tout dissoudre.	Opération de référenciation par répétition de 285-286 : la seconde transformation dans le foie est nécessaire « pour que tout soit dissous »
300-Enseignant :	Il peut pas tout dissoudre. Bon, pourquoi il faut que ce soit tout dissous ?	
301-Cindy :	Parce que si c'est pas assez dissous, ça peut pas aller dans la paroi.	Argumentation de preuve : « parce que si c'est pas assez dissous, ça peut pas aller dans la paroi »
302-Enseignant :	Donc, la dissolution, vous voyez, qu'elle sert, elle permet que cela puisse passer dans le sang. C'est ça. Au niveau du circuit du sang, montrez-nous le circuit du sang dans l'organisme.	
303-Cindy :	Ça va du foie, jusque dans les muscles.	
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 » « et puis, c'est conduit jusqu'au muscle » : « On n'a pas marqué la suite, mais... » (Samuel 307) puis « Ça fait un circuit dans le corps quoi » (Cindy 309)
308-Enseignant :	Alors, montrez-nous, comment ça pourrait faire la suite ?	
309-Cindy :	Ça fait un circuit dans le corps quoi.	
310-Samuel :	En fait, y a un truc, un vaisseau sanguin qui recode 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	
313-Enseignant :	Fermé, ça fait un circuit fermé. Ça fait un circuit fermé, il y a une partie, de l'autre côté, vous avez uniquement représenté les vaisseaux qui contiennent les nutriments, C'est ça.	Reprise modification de (307-309) : c'est un circuit qui est fermé
314-Samuel :	Quais.	

Schématisation finale telle que nous pouvons la reconstruire
 « Les aliments passent dans l'œsophage et arrivent dans l'estomac. Les aliments sont dissous par les sucs gastriques. À la sortie de l'estomac, il y a une **séparation**. Ce qui est bon part dans le foie. Le reste passe dans l'intestin. Le foie sert à recevoir les nutriments et à les dissoudre jusqu'à ce que **tout** soit dissous, ce qui permet à ce qui est bon d'être *encore plus petit*. Quand c'est vraiment très petit, cela peut aller avec le sang après avoir traversé la paroi du foie et celle de l'estomac. Dans le sang, un **circuit fermé** permet d'apporter ce qui est bon au muscle. »

disjonction du tri
et de
la transformation...

Le « **tout** » utilisé en 299 indique que tout ce qui arrive dans le foie est transformé. Cela signifie que les élèves de ce groupe ont procédé à une séparation de la question du tri et de celle de la transformation. Depuis le début du débat, la question du tri et celle de la transformation ont été traitées séparément. C'est Maëva qui avait associé ces deux questions lors de l'intervention 193. Cela l'avait conduit à choisir entre le critère du tri (bon/mauvais) et celui de la transformation (petit/gros) (222). La solution co-construite par Cindy et Jean-Luc consiste à garder, à la fois, le critère du tri (catégorie double : bon/mauvais) et celui de transformation (catégorie double : petit/gros) puisque ces deux critères semblent être acceptés par la plupart des élèves de la classe. Pour résoudre la difficulté pointée par Maëva, ils disjoint la question du tri et celle de la transformation. Cela leur permet de construire une schématisation qui conserve les deux critères faisant l'objet d'un accord au sein de la classe.

...pour réduire
la discordance
des énoncés
produits
dans la classe

Ces deux derniers exemples sont intéressants car ils montrent la façon dont Maëva, d'une part, Cindy et Jean-Luc, d'autre part, procèdent pour réduire les écarts entre les différents discours tenus dans la classe. La mise en cohérence des schématisations produites s'inscrit dans cette réduction des « *voies divergentes en cours dans la classe dans la mesure où une des valeurs fondamentale des communautés scientifiques, ...consiste à élaborer des savoirs admis provisoirement par la communauté* » (Fillon et al., 2004, p. 208-209).

Pour achever cette contribution, nous souhaitons mettre en évidence comment l'analyse croisée d'une petite partie du débat de classe nous apporte des éléments de compréhension sur les conditions de recevabilité d'une schématisation sur le possible et sur le processus de construction du problème.

5. EXIGENCE DE PRÉCISION SUR LES SOLUTIONS POSSIBLES ET ACTIVITÉ DE PROBLÉMATISATION

les interventions
de l'enseignant
amènent les élèves
à plus de précision

Dans la construction des solutions possibles, de nombreux échanges entre élèves concernent une exigence de précision. Il s'agit d'abord d'une précision lexicale qui permet d'ancrer la schématisation dans l'univers scientifique. Il s'agit ensuite d'une amélioration de la précision de l'énonciation par diminution du nombre de pronoms utilisés (correspondant à des *objets flous*) au profit de sujets lexicaux (correspondant à des *objets précisés*) qui s'effectue par de nombreuses référenciations. Ce sont les interventions de l'enseignant qui jouent un rôle essentiel dans ce processus et ses demandes de précision sont déterminantes. En effet, pour qu'une schématisation sur les possibles soit intéressante, il faut qu'elle puisse être discutée, critiquée, confrontée à d'autres possibles, confrontée au réel, ce qui n'est envisageable que si la schématisation proposée est suffisamment précise. Ce travail langagier permet en outre de prendre des distances avec la connaissance commune et sensible, ce qui est un préalable à l'accès au savoir scientifique.

Cependant, nous nous demandons dans quelle mesure ce type d'intervention ne vient pas renforcer les fausses représentations de l'activité scientifique chez certains élèves. En effet, Jaubert & Rebière (2000, p. 192) ont montré que certaines « *postures rigides* » d'élèves constituent un obstacle à l'entrée dans un processus de problématisation. La multiplication des interventions de l'enseignant dans le sens d'une hyper-précision lexicale risquée, peut-être, de venir renforcer cette conception (« *le professeur, il est content quand on utilise plein de mots compliqués* »).

Cette contradiction entre la nécessité d'obtenir une schématisation précise (pour que la classe puisse débattre sur des éléments précis) et les risques que cela peut avoir par rapport à la représentation que les élèves se font de l'activité scientifique en classe pourrait amener l'enseignant à expliciter les raisons de ce besoin de précision afin de pouvoir confier, à terme, « *cette exigence de précision lexicale... à la classe* » (Weisser, 2003, p. 58).

6. MISE EN COHÉRENCE LANGAGIÈRE ET ÉPISTÉMIQUE DES SCHÉMATISATIONS : INDICATRICE D'UNE INFORMATION SUR L'ACTIVITÉ DE PROBLÉMATISATION

Notre étude montre qu'une solution possible est recevable par les autres élèves de la classe à condition qu'elle soit mise en cohérence par rapport à différents éléments (cadre explicatif, nécessité préalablement établie lors du débat). Compte tenu de la double analyse menée, nous pouvons dire que la mise en cohérence s'est effectuée dans la double dimension épistémique et langagière. En effet, la mise en cohérence épistémique se réalise à travers les opérations langagières qui permettent une mise en cohérence du discours produit. Symétriquement, la mise en cohérence d'un discours produit sur le plan langagier s'accompagne d'une mise en cohérence épistémique. Nous proposons que cette double mise en cohérence s'effectue de façon synchrone, l'une se réalisant à travers l'autre. Ainsi, nous pouvons inscrire nos résultats dans le sens des travaux de Jaubert & Rebière qui montrent que « *la construction des savoirs est en relation avec la construction de stratégies langagières sur lesquelles repose la cohérence des discours scientifique* » (2000, p. 173).

Alors que l'étude de Jaubert & Rebière (2000) porte sur des textes écrits produits par des élèves à différents moments de l'unité d'apprentissage et donne à voir différents états successifs, notre corpus est constitué par une énonciation en cours de construction. Cela nous permet d'analyser le processus de mise en cohérence qui semble montrer le caractère synchrone de la double mise en cohérence épistémique et langagière. Cependant il conviendrait d'étendre notre étude sur les productions des élèves en aval du débat scientifique en classe pour étayer nos interprétations.

les interventions
des élèves
assurent
la mise
en cohérence
des schématisations...

Mais ce n'est pas tout, car la mise en cohérence sur le plan épistémique et langagier nous permet de mieux comprendre le processus de problématisation dans le débat scientifique.

6.1. Mise en cohérence et cadre explicatif du débat de classe

...par rapport au cadre explicatif du débat...

En 12-13 et 191-193 (2), la schématisation en construction a été mise en cohérence par les élèves par rapport au cadre explicatif mécaniste, essentiellement la nécessité d'une « tuyauterie » continue faisant référence à une nécessité de continuité spatio-temporelle. C'est bien cela qui apparaît nécessaire aux élèves et qui constitue un élément important du cadre explicatif.

Cela vient confirmer nos interprétations par rapport au cadre explicatif dans lequel s'est déroulé ce débat, d'autant plus que ce sont des interventions d'élèves qui ont orienté ces négociations.

6.2. Mise en cohérence par rapport à des raisons construites dans le débat et conceptualisation

Nous avons montré que la schématisation du groupe 2 doit être mise en cohérence par rapport à la nécessité de tri (33-45) établie lors des interventions 30-31. De la même façon la schématisation du groupe 5 est mise en cohérence par rapport à la nécessité d'une distribution par circuit clos (305-312) établie en montrant l'impossibilité d'une distribution par des tuyaux sanguins dès la comparaison entre les affiches des groupes 2 et 3.

...et aux raisons précédemment construites et stabilisées lors du débat

Ces deux mises en cohérence s'effectuent par rapport à des raisons préalablement construites dans le débat. Cela nous amène à dire que ces raisons (tri et distribution par circuit clos) ont été stabilisées, c'est-à-dire qu'elles ont acquis un degré de conceptualisation qui permet aux élèves de les considérer, effectivement, comme des contraintes fortes sur les solutions possibles (une schématisation sera acceptable *si et seulement si* elle respecte la contrainte de tri et la contrainte d'une distribution par circuit clos). Puisque la nécessité a été intégrée au mode de raisonnement de l'élève, nous pensons que l'élève a pris conscience de cette nécessité.

La double mise en cohérence par rapport à ces deux contraintes se traduit par l'intégration de celles-ci dans la schématisation d'un élève (suite à une question ou alors spontanément). C'est ce *mouvement intégratif* qui traduit le changement de statut des contraintes par rapport à la problématisation : les élèves qui participent à ces échanges ont effectivement pris conscience du passage des idées aux raisons. Cette interprétation nous semble d'autant plus valide que la régulation des conflits

(2) La schématisation est déployée dans l'espace et le temps pour prendre en compte les différents processus selon un ordre chronologique qui se traduit par un balisage spatial et temporel très marqué : « *et ça va* » (191), « *là, c'est trié* » (191), « *et puis ce qui est* » (193) « *et* » répété plusieurs fois.

dans ce type de débat se réalise sur le mode cognitif (ce dont l'enseignant est garant). Ainsi, lorsque un élève A fait évoluer sa schématisation suite à l'objection d'un élève B, ce n'est pas sous la pression affective de B mais bien parce que A considère l'objection de B comme valide sur le plan cognitif.

la stabilisation
d'une raison
correspond
à son extraction
de ce qui
« est en question »

Allons un peu plus loin dans l'interprétation d'un tel changement de statut d'un énoncé. Une idée, comme celle de la distribution par circuit clos, peut être proposée à la discussion et questionnée, ce qui permet d'établir une raison. Le *mouvement intégratif* extrait la raison du questionnement : elle est désormais « hors-question », il n'y a plus de doute possible à propos de cette raison. C'est ce que nous entendons par « *la raison est devenue un énoncé stable* » à partir de laquelle une nouvelle problématisation peut se développer.

Il convient de souligner que, dans le débat étudié, c'est la gestion de l'hétérogénéité des discours présents dans la classe qui permet le changement de statut de certaines raisons.

Ainsi l'analyse croisée mise en œuvre apporte des informations qui nous permettent de distinguer, parmi les raisons établies lors du débat, celles qui sont stabilisées de celles qui ne le sont pas encore.

Dans le corpus analysé, deux nécessités semblent avoir été stabilisées (car elles ont acquis un caractère contraignant fondé sur les nécessités identifiées dans le débat), la nécessité de tri et celle d'une distribution par un circuit fermé.

6.3. Réduction de la discordance à propos d'énoncés en cours de construction et non encore stabilisés dans le débat

travail langagier
et émergence
de nouvelles
nécessités

Le processus de stabilisation d'une raison ne concerne pas toutes celles identifiées lors de l'analyse du débat sur le plan épistémique. Ainsi le lien entre la nécessité de tri et la nécessité d'une transformation est en cours de construction comme en témoignent les deux mouvements discursifs opposés de collusion et de disjonction de ces nécessités. La schématisation proposée par Maëva concernant les critères du tri et l'argumentation de preuve tentée (3) n'ont pas emporté l'adhésion de la classe puisque Cindy, lors de la schématisation suivante, réussit à réintégrer dans sa proposition les deux types de critères (bon/mauvais et petit/gros) en procédant à la disjonction chronologique du tri et de la transformation.

On assiste également à l'émergence de ce que l'on pourrait appeler des « *nécessités en germe* » dans le débat. C'est le cas, par exemple, de la nécessité d'une perméabilité des vaisseaux sanguins qui émerge de la tentative de séparation contenant/contenu opérée par Jean-Luc en 296.

(3) 224–Maëva : « Mais, je pense que c'est plus logique que ce soit petit et gros parce que c'est plus facile à trier. »

Les analyses conduites peuvent permettre de mieux comprendre comment se construisent les nécessités dans la dynamique du débat, ce qui pourrait nous amener à réorganiser les liens entre les nécessités que nous avons représentés sur le document 1.

CONCLUSION

double analyse
épistémologique
et langagière...

Deux analyses ont été menées sur un même corpus. La première a permis d'identifier les raisons en jeu dans les débats en privilégiant la dimension épistémologique. Or, il nous semblait qu'une analyse plus fine des productions langagières des élèves permettrait de suivre, au plus près, l'activité de problématisation des élèves.

C'est ce type d'analyse que nous avons tenté sur la phase de présentation des affiches lors du débat scientifique en mobilisant des outils issus de la logique naturelle, puisque compatibles avec notre cadre épistémologique de référence, pour analyser le processus de construction et de négociation des schématisations.

...pour comprendre
la construction
d'un savoir
problématisé

L'analyse croisée menée nous a permis de distinguer, parmi les raisons établies lors du débat, celles qui sont effectivement construites par les élèves (traces de la conceptualisation, processus de la conceptualisation) de celles qui sont en cours de construction ou en voie d'émergence (alors que notre première analyse nous renseigne sur ce qui a été discuté). Ces résultats montrent la compatibilité des approches épistémologiques et langagières et surtout le caractère heuristique de cette double analyse.

Il reste à les mettre en œuvre sur l'ensemble des interventions des élèves et à étendre notre travail d'investigation sur la totalité des productions – élèves en amont et en aval du débat scientifique. Cela nous permettra peut-être de suivre la façon dont les élèves accèdent aux raisons, c'est-à-dire la manière dont ils accèdent aux savoirs scientifiques.

La compréhension de la place et du rôle des argumentations de preuve par rapport à la construction des solutions possibles devrait aussi nous aider à mieux comprendre les processus ayant lieu lors des débats scientifiques en classe.

Yann LHOSTE
IUFM de Basse-Normandie
CREN, université de Nantes – EA 2661
yann.lhoste@caen.iufm.fr

La transcription complète du débat scientifique ainsi que les productions des élèves peuvent être transmises par courrier électronique sur demande à l'auteur. Elles sont disponibles sur le site de la revue ASTER sur le site de l'INRP.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI, J.-P. & PETERFALVI, B. (1997). Stratégies de travail des obstacles : dispositifs et ressorts. *Aster*, 25, 193-216.
- BACHELARD, G. (1949). *Le Rationalisme Appliqué*. Paris : PUF.
- BANET, E. & NUNEZ, F. (1997). Teaching and learning about human nutrition : A constructivist approach. *International Journal of Science of Education*, 19(10).
- BRONCKART, J.-P. (1996). *Activité langagière, textes et discours*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- CANGUILHEM, G. (1965). *La connaissance de la vie*. Paris : Vrin.
- CLÉMENT, P. (1993). Sur la persistance d'une conception : la tuyauterie continue digestion-excrétion. *Aster*, 13, 133-156.
- 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.
- FOUCAULT, M. (1966). *Les mots et les choses*. Paris : Gallimard.
- FOUCAULT, M. (1969). *L'archéologie du savoir*. Paris : Gallimard.
- GRIZE, J.-B. (1982). *De la logique à l'argumentation*. Genève : Librairie Droz.
- GRIZE, J.-B. (1996). *Logique naturelle et communication*. Paris : PUF.
- GRIZE, J.-B. (1990). *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*, 31, 173-196.
- JAUBERT, M. & REBIÈRE, M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoir. *Aster*, 33, 81-110.
- KUHN, T.-S. (1962, Édition française 1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion.
- MARTINAND, J.-L. (dir.) (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.
- MARTINAND, J.-L. (dir.) (1994). *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.
- ORANGE, C. & ORANGE, D. (1995). Géologie et biologie : analyse de quelques liens épistémologiques et didactique. *Aster*, 21, 27-50.
- ORANGE, C. (2000). *Idées et Raisons, construction des problèmes, débats et apprentissages scientifiques en sciences de la vie et de la Terre*. Mémoire présenté pour l'Habilitation à diriger des recherches. université de Nantes.

ORANGE, C. (2002). Apprentissage scientifique et problématisation. *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère nouvelle*, 1.

ORANGE, C. (2003). Débat scientifique dans la classe et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, 37, 83-108.

ORANGE, C. (2004). Analyse des savoirs en jeu lors d'interactions verbales : de la connaissance commune aux savoirs scientifiques dans un « débat scientifique » au cycle 3. *Actes du Colloque « Faut-il parler pour apprendre ? »*. Arras, 24, 25 & 26 mars 04. Cédérom.

POPPER, K.-R. (1979, Édition française 1991). *La connaissance objective*. Paris : Aubier.

TOULMIN, S. (1961, Édition française 1973). *L'explication scientifique*. Paris : Armand Colin.

VYGOTSKI, L. (1937, Édition française 1998). *Pensée et langage*. Paris : La dispute.

WEISSER, M. (2003). La gestion didactique des situations d'argumentation orale. *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère nouvelle*, 36 (3).