

La problématisation au sein d'un débat scientifique sur la circulation sanguine : Cas des élèves tunisiens de la 9^{ème} année de l'enseignement de base

MEHOUACHI Wided, doctorante en didactique des SVT, ISEFC de Tunis & Université de Nantes, widedmehouachi@yahoo.fr

Mots clés : problème – modélisation – problématisation – débat scientifique – circulation sanguine –

Résumé

Nous plaçant dans le cadre des recherches de l'équipe du CREN, des recherches sur la problématisation et la création de débats scientifiques problématisant ; notre contribution correspond à une recherche que nous avons menée avec des élèves tunisiens de 9^{ème} année de l'enseignement de base (âgés de 14 -15 ans)

Lors d'un débat scientifique concernant la circulation sanguine nous avons essayé à partir des raisonnements des apprenants de mettre le point sur leur capacité de construire un problème scientifique.

Grâce à la distinction entre les registres empirique et des modèles auxquels correspondent les interventions des apprenants, un espace-problème a été construit pour expliciter les principales raisons qui ont permis le passage de l'idée d'un circuit « ouvert » de la circulation sanguine à l'idée d'un circuit « fermé »

Introduction

Au sein d'une recherche que nous avons menée avec des élèves tunisiens ; nous nous sommes proposés d'étudier la capacité de ces élèves de problématiser.

Suite à une étude épistémologique concernant la construction des savoirs scientifiques, nous avons pu déceler l'importance du « problème ». Pour cela nous avons pensé d'introduire ce concept dans le processus d'enseignement-apprentissage des savoirs biologiques.

Dans cette contribution nous nous intéressons à l'étude des raisonnements des apprenants qui se jouent lors d'un débat scientifique concernant le concept de la circulation sanguine (avec des élèves de 9^{ème} année de base âgés de 14 -15 ans). Nous pensons déterminer à travers les conceptions des apprenants concernant ce concept biologique, le registre explicatif qu'ils mobilisent lors du débat.

La construction des savoirs scientifiques

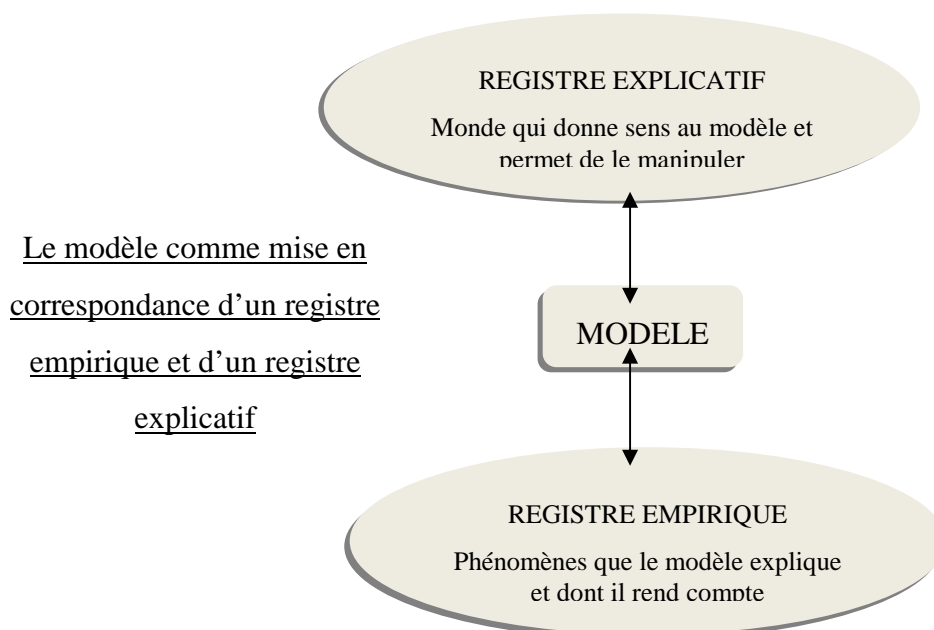
Une connaissance scientifique répond toujours à une question (Bachelard 1938) construite dans un contexte bien défini. Cette question représente un vrai problème dont la résolution correspondrait à la connaissance. Mais nous insistons surtout sur cette question et son élaboration, la réponse n'est qu'une phase de stabilité qui, elle-même ; face à des situations nouvelles de déséquilibre, suggèrera de nouveaux champs de raisonnements propices à de nouveaux questionnements c'est pour cela que le problème représente « le moteur de l'acquisition des connaissances scientifiques »

Suite à Orange (2000) nous voyons dans la construction d'un problème scientifique une fonction explicative qui, d'une part, permet la présentation des savoirs scientifiques d'une manière critique et, d'autre part, représente une continuité entre les conceptions des apprenants et les savoirs scientifiques qu'on souhaite leur faire construire.

Revaillon écrivait : « *vouloir expliquer la connaissance par l'expérience seule sans la raison, c'est vouloir expliquer la digestion par l'aliment seul, sans l'estomac, ou la respiration par l'air sans les poumons* » cela nous emmène à une continuité entre savoirs scientifiques et connaissances ordinaires car selon Revaillon toute connaissance se construit à partir de la raison, c'est-à-dire la logique de l'individu connaissant. Cette logique ne peut pas s'expliquer sans la prise en compte de son expérience cognitive passée.

L'apprentissage que nous visons est un apprentissage par construction de problèmes explicatifs. L'explication scientifique selon Orange, correspond à des tâches de modélisation qui consistent en une mise en relation de deux registres, l'un empirique (phénoménologie étudiée), l'autre celui des modèles (phénoménologie imaginée rendant compte de la phénoménologie étudiée). Ces deux registres existent dans les conceptions des apprenants, l'écart entre conceptions des apprenants et savoirs scientifiques correspond à la divergence entre l'explication dans les premières et celle dans les deuxièmes La relation entre ces deux registres (empirique et celui des modèles) se fait grâce à un troisième registre appelé registre explicatif qui donne une valeur heuristique et une intelligibilité aux deux autres registres, le registre explicatif correspond aux références explicatives spontanées habituelles de celui qui modélise.

Nous montrons dans la figure suivante le schéma de la modélisation proposé par Orange (1997, p40)



Ces registres montrent bien des points communs entre conceptions et savoirs scientifiques mais surtout des différences car les registres empirique et des modèles sont bien distingués au niveau des savoirs scientifiques alors qu'ils ne le sont pas au niveau de la connaissance ordinaire (les conceptions)

Quelle entrée pour l'apprentissage scientifique ?

Pour utiliser la notion de problème et de modélisation en classe nous avons pensé au débat scientifique qui permet aux apprenants d'argumenter. Les argumentations des apprenants nous permettent d'accéder à leur raisonnement et par la suite dégager leur capacité de construire, en groupe, un problème scientifique.

Présentation du cas étudié

Avec trois groupes d'élèves nous avons constitué une séquence de débat concernant la circulation sanguine.

Les élèves ont été amenés à **dessiner le trajet du globule rouge dans le corps humain**. Les trois affiches obtenues ont été discutées (affiches 1, 2 et 3 avant le débat). Ensuite, trois autres affiches (affiches 4, 5 et 6 après le débat) ont été dessinées suite au débat et enfin l'un des groupes (le groupe 1) annonce le problème construit. La séance a été enregistrée pour pouvoir transcrire le débat.

Nous avons, donc, trois groupes d'élèves et 6 affiches réparties de la façon suivante¹ :

Le groupe 1 a produit les affiches 1 et 4

Le groupe 2 a produit les affiches 2 et 5

Le groupe 3 a produit les affiches 3 et 6

Analyse des données

Le recueil de données nous a permis d'obtenir des affiches (montrant le trajet du globule rouge dans le corps humain) et la transcription du débat. Dans cette contribution nous ne présenterons que l'analyse du débat du point de vue modélisation et construction du problème.

L'analyse du débat a porté en premier lieu sur l'analyse des conceptions des apprenants à partir de leurs interventions (ici nous étions obligés de nous référer aux affiches pour vérifier les interventions de certains élèves). En second lieu, nous avons essayé de déterminer la modélisation des apprenants en identifiant les registres mis en jeu (les registres empiriques, ceux des modèles et le ou les registres permettant d'expliquer les arguments des apprenants).

Catégorisation des conceptions

¹ Ces affiches sont présentes dans les deux dernières pages.

Les principales conceptions retrouvées dans cette recherche concernent le trajet du globule rouge dans le corps humain sont de deux types :

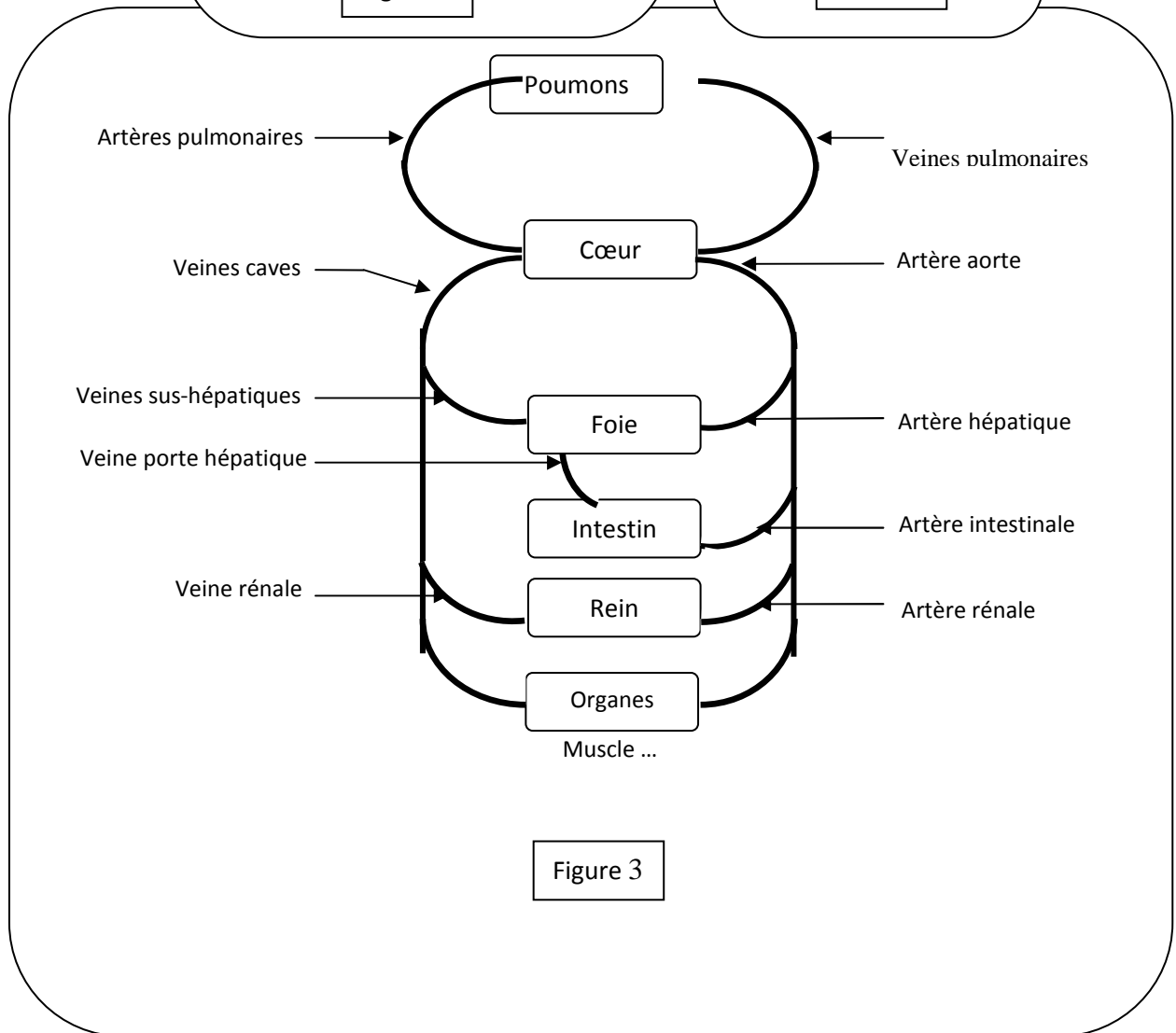
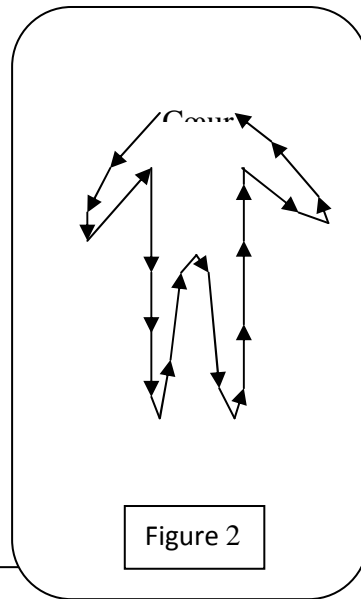
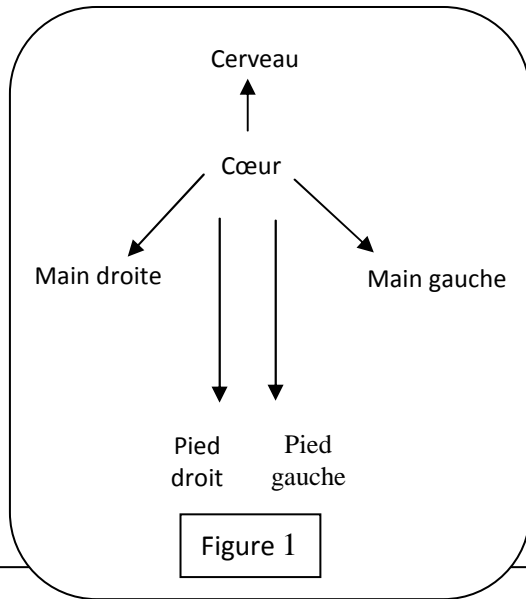
La conception d'un système ouvert de la circulation sanguine (figure 1)

Cette conception correspond aux deux affiches 1 et 2 (avant le débat) .

La conception d'un système « fermé » de la circulation sanguine (figure 2). Cette conception correspond aux affiches 3 (avant le débat), 4, 5 et 6 (après le débat) mais elle ne représente pas vraiment le modèle scientifique actuellement accepté (figure 3)

La comparaison entre la figure 2 et la figure 3² montre que les élèves ont tendance à représenter tous les organes en série. Le modèle en série (figure 2), selon Christian et Denise, Orange (1995, p43, 44) correspond à une mise en histoire des événements qui se réalisent au niveau de ces organes en relation avec la circulation sanguine. Cette mise en histoire facilite la compréhension du problème en le simplifiant, une facilitation leur empêchant de comprendre le modèle en parallèle (figure 3).

² Les figures 1, 2 et 3 sont dans la page suivante



De la détermination des registres à la construction de l' « espace problème »

A partir de chaque intervention nous avons essayé de dégager le registre auquel se réfère l'apprenant : Registre empirique, ou registre des modèles, pour ce dernier nous avons distingué les interventions correspondant à un registre de modèle descriptif (Rmd), critique (Rmc)...

En étudiant les raisons qui se jouent lors du débat nous avons pu dégager les contraintes subies qui ont dirigé le débat.

Les interventions ne sont pas toutes porteuses de raison, pour cela une réduction du corpus a été nécessaire : nous avons retenus les interventions révélant du registre empirique, du registre des modèles Rmc et celles révélant d'une mise en relation entre un registre empirique et un registre des modèles RE-RM.

Cela nous a permis de cerner les points problématisant du débat et par la suite nous avons pu construire un « espace-problème » permettant d'éclaircir les raisonnements des élèves. Dans ce qui suit nous, présentons un extrait de la transcription du débat (document 1)³ montrant quelques types de registres

Document 1

CM	15- E ₄ : (encore une fois) il fallait préciser le trajet du globule rouge au sein des vaisseaux sanguins... !	Rmc
CE	16- E ₃ : les globules rouges se trouvent au niveau de la cellule (du cœur) ils circulent à travers les vaisseaux sanguins. Quand quelqu'un veut bouger ses bras ou ses jambes, le sang passe au niveau des vaisseaux sanguins de la main ou des jambes... 17- E ₂ : je ne suis pas d'accord, monsieur, le sang est toujours en circulation. En effet, même si on ne bouge pas nos mains le sang y circule toujours... quand on se blesse il y a toujours du sang qui coule ...	RE-RM Rmc
CE-CM	32- E ₁ : Pourquoi n'as-tu pas dessiné le trajet du sang vers le cerveau ? est-ce qu'il n'en est pas besoin ? 34- E ₂ : Si le sang n'arrive pas au cerveau, ce dernier ne peut pas fonctionner et le mouvement du corps s'arrête alors, car le cerveau contient la zone de conscience. 35- E ₅ : la présence du cerveau est nécessaire pour le fonctionnement de la cellule du cœur. 40- E ₅ : le cerveau a besoin des nutriments. Le sang joue le rôle de les lui apporter, le cerveau doit être l'organe le plus nourri du corps.	Rmc

Nous présentons, ensuite, quelques exemples pour expliquer cet extrait⁴ :

³ Les numéros des interventions dans ce documents ne sont pas successifs à cause des réductions du corpus que nous avons été obligés de faire, ce qui a été supprimé n'a pas d'influence sur la cohérence du raisonnement.

⁴ CM : contrainte sur le modèle

CE : contrainte empirique

CE-CM : contrainte sur le modèle en relation avec une contrainte empirique

Rmc : registre du modèle ayant une fonction critique

RE-RM : relation entre le registre empirique et celui de modèle

L'intervention 17 de l'élève E2 en réponse à l'élève E3 (16) montre la circulation du sang dans les vaisseaux sanguins comme une donnée empirique (quand on se blesse... du sang coule...) dont il faut tenir compte (contrainte empirique).

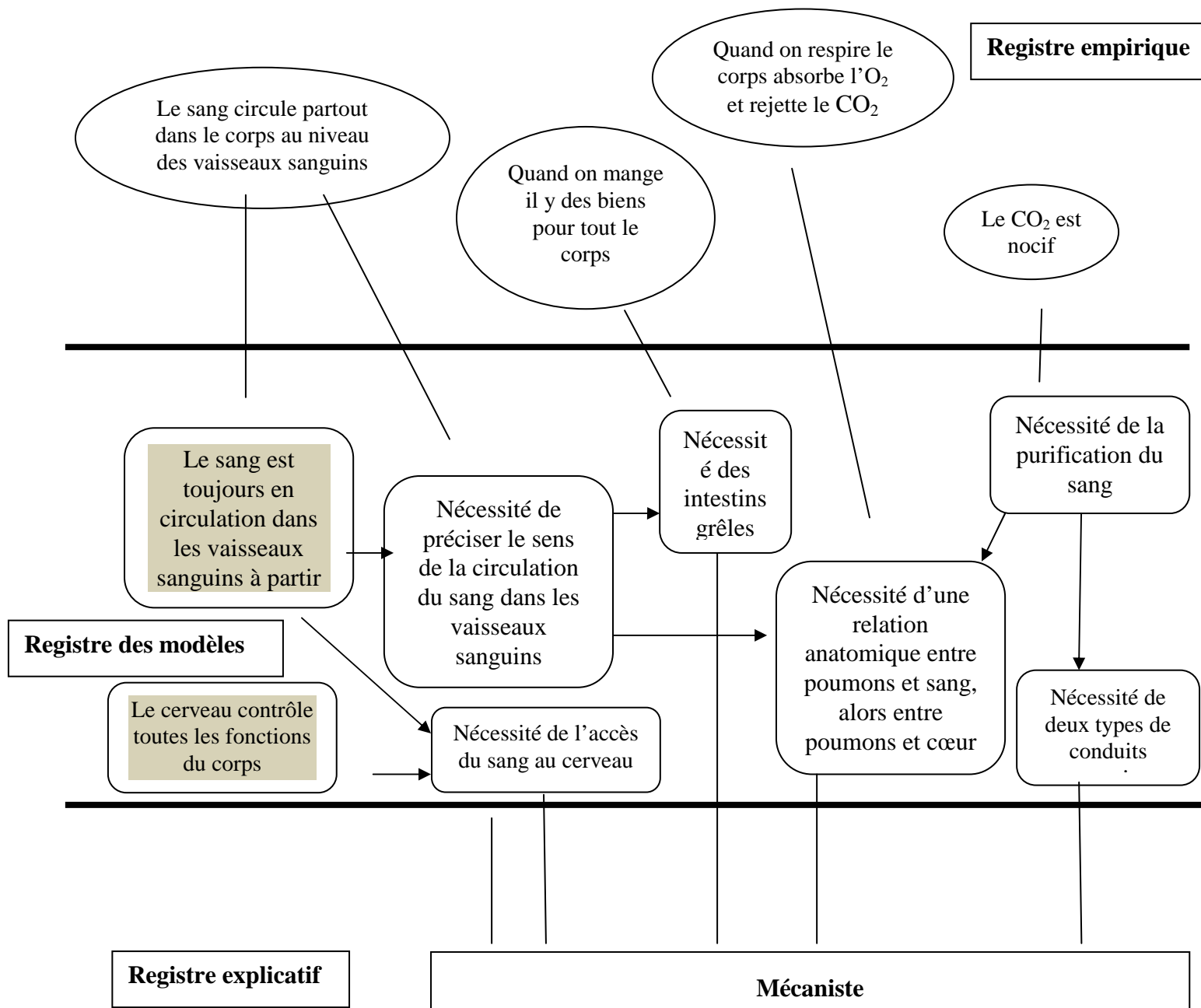
La proposition 15 de l'élève E6 présente le sens du trajet du sang dans les vaisseaux sanguins comme une donnée nécessaire pour comprendre le circuit fait par le sang. Il s'agit là d'une contrainte sur le modèle qui est très importante pour la compréhension de la circulation sanguine.

Les interventions 32, 34, 35 et 40 peuvent être interprétées par la nécessité de l'accès du sang au cerveau (contrainte sur les modèles) qui s'impose dans la mesure où il faut que le cerveau fonctionne pour vivre (contrainte empirique).

La détermination des différents types de contraintes et leur classification nous a permis de construire l' « espace problème » représenté au niveau du **document 2** ci-après.

Document 2

Espace des contraintes mises en jeu lors d'un débat sur la circulation sanguine



Explication du document 2

Il faut noter tout d'abord que ce qui est représenté en gris (au niveau des registres des modèles) correspond aux contraintes théoriques à partir desquelles les élèves ont commencé leur raisonnement.

Ce qui est mis dans le registre empirique ne correspond pas toujours à ce que disent les élèves explicitement. En effet, les contraintes du type « le sang circule partout dans le corps au niveau des vaisseaux sanguins » sont révélées et comprises suivant la logique des élèves.

Entre registre empirique et registre des modèles les relations ne sont pas orientées dans un seul sens. Par exemple, la nécessité de préciser le sens du trajet du globule rouge est liée à l'existence de ce globule rouge dans des vaisseaux sanguins. Mais, cette dernière ne prend sens dans la problématisation que si l'on considère la nécessité de préciser le sens de la circulation.

Au niveau du registre des modèles, les contraintes sont par contre orientées : une nécessité 1 suggère une nécessité 2. Le sens contraire n'est pas faisable dans la logique de la problématisation. Par exemple, la nécessité de la purification du sang suggère la nécessité de la relation entre poumons et cœur mais cette dernière ne suggère pas la première.

Dans ce document, nous avons précisé que les raisonnements des apprenants (sujets de notre recherche) se basent sur un registre explicatif mécaniste.

Les thèmes abordés dans le débat :

Thème 1 : Nécessité de préciser le sens du globule rouge dans les vaisseaux sanguins.

Thème 2 : Nécessité de l'accès du sang au cerveau.

Thème 3 : Nécessité des intestins.

Thème 4 : Nécessité de la purification du sang grâce aux poumons.

Thème 5 : Nécessité d'une relation entre cœur et poumons.

Thème 6 : Nécessité de deux types de conduits.

La construction de cet espace problème nous a permis de dégager les points problématisant cruciaux dans la construction d'un concept scientifique tel que la circulation sanguine. Dans d'autres situations de débat avec des apprenants de même âge ou d'âge différent, cet espace problème pourrait aider l'enseignant à mieux diriger les idées des apprenants, il nous permet en plus, d'imaginer des situations- problèmes propices pour éveiller le pouvoir problématisant chez les apprenants.

Conclusion

Claire est l'importance du « problème » dans la construction des savoirs scientifiques. A l'échelle de la classe et lors d'un débat scientifique concernant la circulation sanguine avec

des élèves tunisiens (de 9^{ème} année de base âgés de 14 – 15 ans) nous avons pu montrer comment ces élèves ont pu arriver à formuler une question scientifique révélant la nécessité d'une relation entre le cœur et les poumons pour comprendre le circuit sanguin. Les élèves ont aboutit à cette question à partir de l'évolution de leurs idées problématisantes que nous avons dégagées. Dans cette recherche nous sommes arrivés à mettre le point sur la possibilité de créer une ambiance favorable pour la problématisation à savoir le débat scientifique au cours duquel les élèves explicitent leurs conceptions et essayent de convaincre et de se convaincre.

Les tâches de modélisations que nous avons suivies nous ont permis de cerner un ensemble de nécessités qui ont permis aux élèves de voir en quelque sorte le pourquoi de la circulation sanguine : face à la question du trajet du globule rouge dans le corps humain on ne peut se contenter d'étudier "comment circule-t-il dans le corps" mais c'est la nécessité de sa circulation qui prendra sens dans la problématisation. En effet, l'apport oxygéné et nutritif ainsi que l'élimination du CO₂ et des déchets que réalise le sang sont "la cause ultime" de sa circulation, la circulation dans un système fermé nécessaire à la vie de l'organisme. Cette nécessité a représenté pour les élèves des contraintes leur permettant le passage d'une idée d'un système ouvert d'«irrigation» de la circulation sanguine à l'idée d'un système fermé expliquant le trajet du sang.

Bibliographie

Bibliographie

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

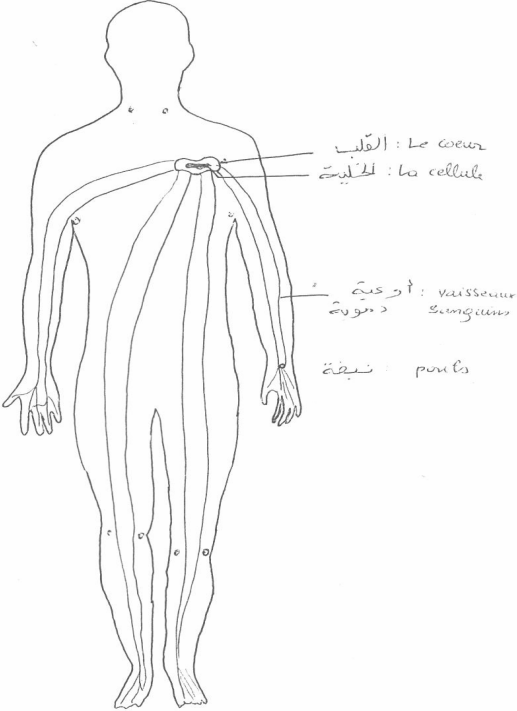
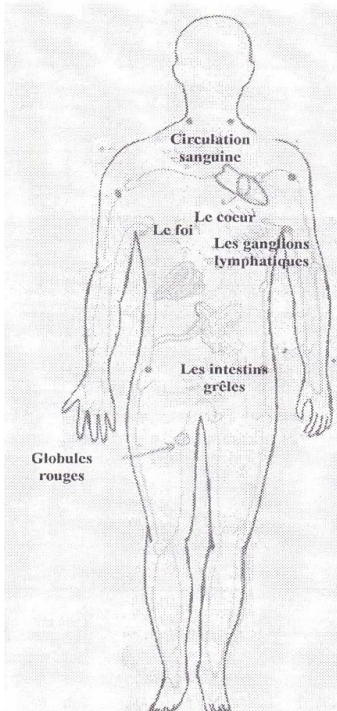
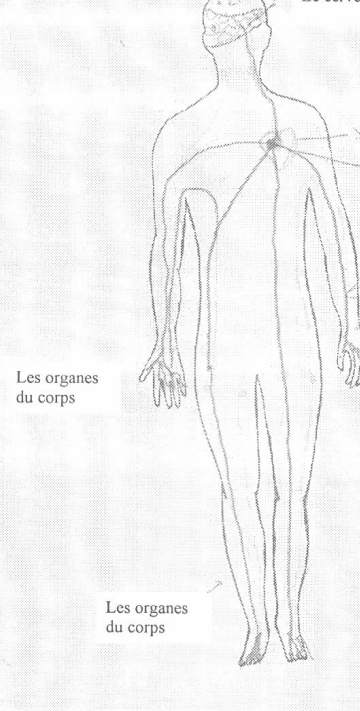
Orange, C. & D. (1995). Géologie et biologie : analyse de quelques liens épistémologiques. *Aster N°21*. INRP

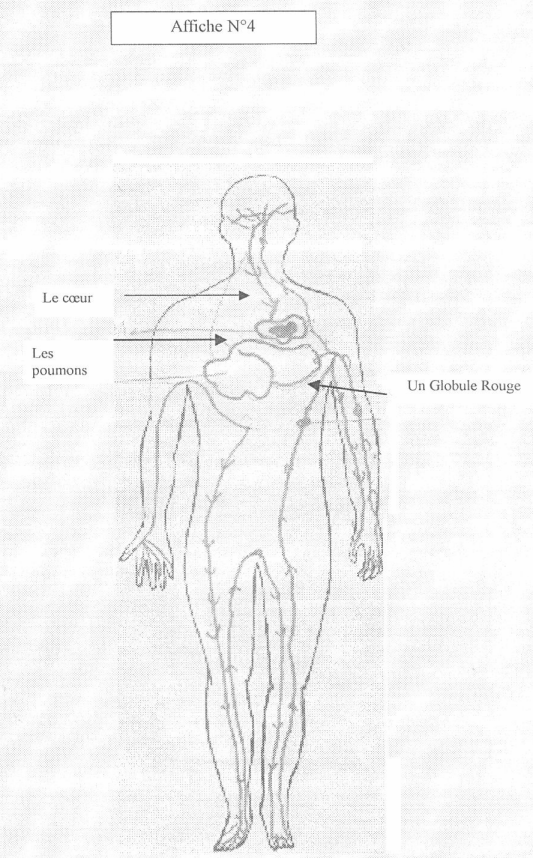
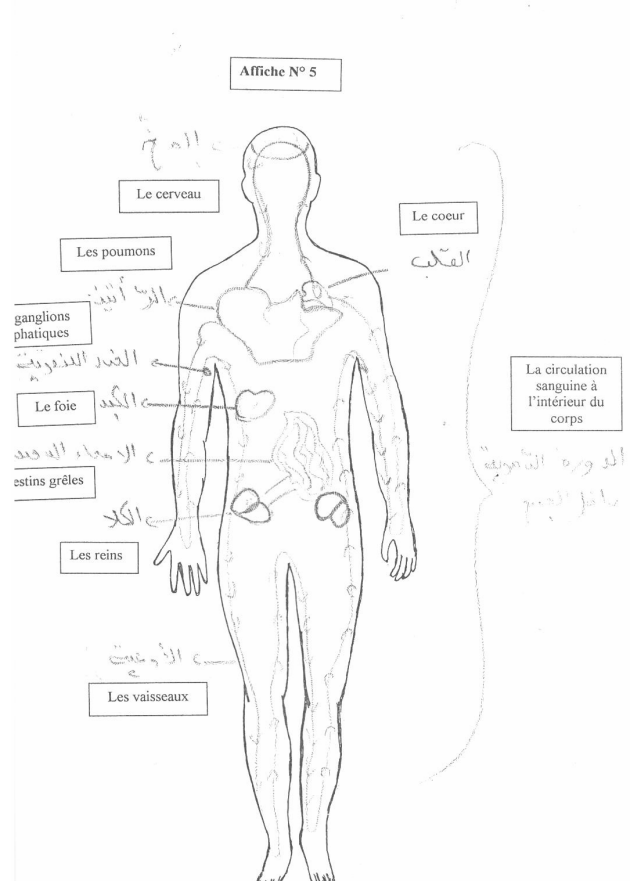
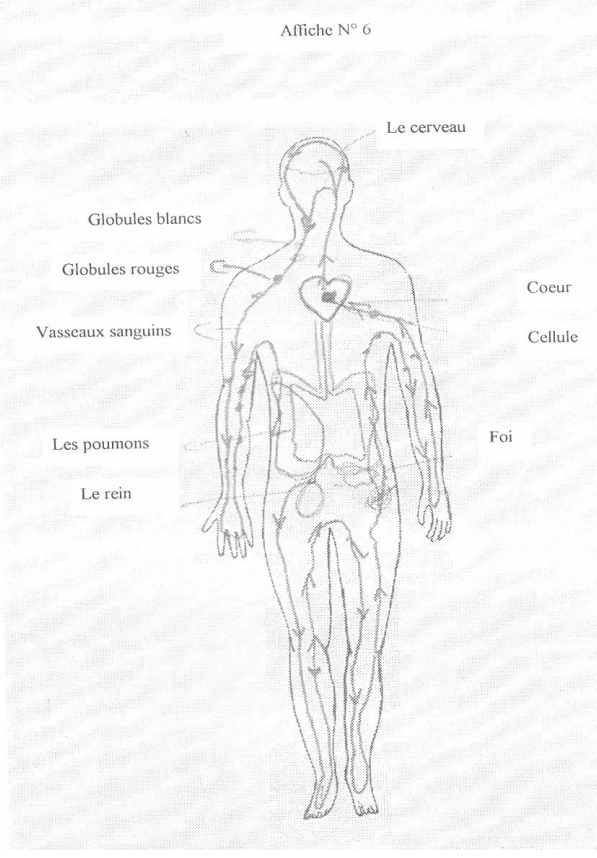
Orange, C. (1997). *Problème et modélisation en biologie ; quels apprentissages pour le lycée?* Paris : Presses universitaires françaises. (Coll. L'Éducateur)

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.

ANNEXES

Les affiches 1, 2 et 3 sont produites avant le débat, les affiches 4, 5 et 6 après.

Affiche 1	Affiche 2	Affiche 3
<p>Affiche N°1</p>  <p>القلب : Le cœur الخلية : La cellule أوعية دموية : vaisseau sanguin نبطة : ponts</p>	<p>Affiche N° 2</p>  <p>Circulation sanguine</p> <p>Le cœur Le foie Les ganglions lymphatiques Les intestins grêles Globules rouges</p> <p>Les globules rouges sont une partie du sang. Les globules rouges contribuent au transport des nutriments pour tous les organes du corps. Après, le transport des nutriments (sous forme de liquide) depuis les intestins après l'opération digestive.</p> <p>Chaque globule se compose d'une cellule et d'un cytoplasme.</p> <p>En plus, les globules rouges transportent l'O₂ pour le corps.</p> <p>Le nombre des globules rouges est supérieur à celui des globules blanc.</p> <p>Dans la circulation sanguine les globules rouges passent par plusieurs organes importants comme le cœur, le foie et les ganglions lymphatiques</p>	<p>Affiche N° 3</p>  <p>Le cerveau Le cœur Cellule Vaisseaux sanguins Pouls Les organes du corps Les organes du corps</p> <p>Le trajet du globule rouge dans le corps est comme suit : Elle transporte l'O₂ pour les organes du corps. Le cœur est le centre de la circulation du sang dans le corps. C'est un organe nécessaire pour la distribution du sang. On trouve dans le sang des globules blancs et des globules rouges. Les globule blanc joue le rôle de protéger le corps des microbes et les globules rouges éliminent le CO₂ du corps et lui apporte de l'O₂</p>

Affiche 4	Affiche 5	Affiche 6
<p data-bbox="286 331 488 363">Affiche N°4</p>  <p data-bbox="212 606 268 630">Le cœur</p> <p data-bbox="201 662 268 702">Les poumons</p> <p data-bbox="571 694 694 718">Un Globule Rouge</p>	<p data-bbox="1003 379 1115 411">Affiche N° 5</p>  <p data-bbox="896 502 985 526">Le cerveau</p> <p data-bbox="840 558 940 582">Les poumons</p> <p data-bbox="772 614 862 670">ganglions phatiques</p> <p data-bbox="784 710 862 734">Le foie</p> <p data-bbox="772 790 862 813">estins grêles</p> <p data-bbox="828 869 907 893">Les reins</p> <p data-bbox="862 1005 974 1029">Les vaisseaux</p> <p data-bbox="1176 518 1243 542">Le coeur</p> <p data-bbox="1288 678 1388 750">La circulation sanguine à l'intérieur du corps</p>	<p data-bbox="1713 335 1825 367">Affiche N° 6</p>  <p data-bbox="1825 438 1915 462">Le cerveau</p> <p data-bbox="1523 526 1646 550">Globules blancs</p> <p data-bbox="1500 574 1624 598">Globules rouges</p> <p data-bbox="1467 638 1624 662">Vaisseaux sanguins</p> <p data-bbox="1489 750 1601 774">Les poumons</p> <p data-bbox="1512 805 1579 829">Le rein</p> <p data-bbox="1960 598 2027 622">Coeur</p> <p data-bbox="1960 646 2027 670">Cellule</p> <p data-bbox="1926 742 1971 766">Foi</p>