
Usages différenciés de documents pédagogiques en sciences : étude de quelques raisons

Differentiated uses of pedagogical documents in science: study of some reasons

Éliane Pautal



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ree/5620>

DOI : [10.4000/ree.5620](https://doi.org/10.4000/ree.5620)

ISSN : 1954-3077

Éditeur

Université de Nantes

Édition imprimée

Date de publication : 1 mars 2016

Référence électronique

Éliane Pautal, « Usages différenciés de documents pédagogiques en sciences : étude de quelques raisons », *Recherches en éducation* [En ligne], 25 | 2016, mis en ligne le 01 mars 2016, consulté le 11 juin 2021. URL : <http://journals.openedition.org/ree/5620> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.5620>



Recherches en éducation est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Usages différenciés de documents pédagogiques en sciences: étude de quelques raisons

Éliane Pautal¹

Résumé

L'article s'attache à rendre compte de l'usage d'un document en situation d'enseignement et d'apprentissage du concept de circulation du sang au grade 5 (élèves de dix à douze ans). Le document est conçu par l'enseignant de la classe. Nous estimons que l'utilisation qui est faite, dans la classe, de ce document peut expliquer, en partie, la production d'inégalités lors d'apprentissage en sciences et nous nous attachons à comprendre certaines raisons qui pourraient entraîner ces usages différenciés. L'étude de cas rapportée propose des interprétations didactiques en mobilisant un cadre d'analyse des pratiques développé par Sensevy et al. (Sensevy, Mercier & Schubauer-Léoni, 2000 ; Sensevy & Mercier, 2007 ; Sensevy, 2011), croisé avec la notion de rapport aux savoirs (Charlot, Bautier & Rochex, 1992 ; Charlot, 1997 ; Bautier & Rochex, 1998 ; Bautier & Goigoux, 2004 ; Bautier & Rayou, 2009) et permet d'avancer quelques raisons, référées en partie au professeur et/ou aux élèves et à l'institution, dans la production d'inégalités en classe de sciences.

Plus qu'ailleurs et plus que par le passé, les origines sociales pèsent sur la réussite scolaire ; la France a la triste réputation d'être le pays le plus inégalitaire de l'OCDE, en matière d'éducation. En sciences plus particulièrement, les élèves français se situent tout juste dans la moyenne (PISA, 2012, OCDE, p.12). Des équipes de recherche françaises, fédérées au sein du réseau RESEIDA, sont engagées dans la compréhension de la naissance de ces phénomènes inégalitaires et ont montré que ces processus, complexes, doivent être envisagés « *dans l'interaction entre les élèves et l'institution scolaire, depuis ses politiques jusqu'à la situation de classe telle qu'elle se présente aux élèves* » (Rochex & Crinon, 2011). En outre, ces études ont montré la construction très précoce de ces phénomènes alors même que, pour de nombreux enfants, « *l'école élémentaire est l'objet de souvenirs généralement positifs* » (Charlot, Bautier & Rochex, 1992).

L'ensemble de ces éléments nous a conduit à examiner des raisons qui pourraient expliquer des apprentissages inégalitaires en sciences, entre les élèves d'une même classe. Pour cela, nous analysons d'un point de vue didactique des situations d'enseignement et d'apprentissage du concept de circulation sanguine dans une classe de cycle 3 de l'école élémentaire centrées sur un document élaboré par l'enseignant. Pour cette étude de cas, nous menons des analyses sous l'angle de l'agir conjoint entre le professeur et des élèves, et nous mobilisons des éléments relatifs aux rapports entretenus, par le professeur et des élèves, aux savoirs de la circulation du sang, à leur enseignement et à leur apprentissage. Après avoir présenté le cadre théorique de l'étude et la méthodologie que nous lui avons associée, nous avançons des résultats qui conduisent à des éléments de compréhension de la production d'inégalités entre élèves dans l'apprentissage du concept de circulation du sang en lien avec l'usage fait en classe d'un document que nous analysons.

¹ École Supérieure du Professorat et de l'Éducation de l'Académie de Limoges ; Unité mixte de recherche Éducation, Formation, Travail, Savoirs (EFTS), Université de Toulouse 2.

1. Cadrage théorique de l'étude de cas

Partant du postulat général que ce qui se joue dans la classe est le résultat d'une co-activité entre le professeur et les élèves autour d'enjeux de savoir, nous considérons comme pertinent de mobiliser le cadre théorique de l'action conjointe en didactique (Sensevy, Mercier & Schubauer-Léoni, 2000 ; Sensevy & Mercier, 2007 ; Sensevy, 2011) pour rendre intelligible la dynamique des processus didactiques à l'œuvre dans la classe. Ce cadre théorique fournit des outils d'analyse considérés comme des descripteurs des situations d'enseignement et d'apprentissage parmi lesquels nous retiendrons ceux qui rendent compte de l'action du professeur (définir, dévoluer, réguler, institutionnaliser) et ceux qui rendent compte des dynamiques évolutives du milieu à la fois matériel, symbolique et social, dont font partie les documents utilisés comme support de travail (Brousseau, 1986). Si la théorie de l'action conjointe en didactique prévoit des déterminants professoraux possiblement explicatifs des situations d'enseignement et d'apprentissage, d'autres travaux ont montré la pertinence d'introduire, dans ce modèle, des déterminants de l'action des élèves (Pautal, 2014). Un de ces déterminants est le rapport aux objets de savoir des élèves, c'est-à-dire les relations entretenues par les élèves avec les savoirs en jeu (Chevallard, 1991) ; l'autre est le sens et la valeur que les élèves accordent aux savoirs, c'est-à-dire un rapport à l'apprendre (Charlot, Bautier & Rochex, 1992 ; Charlot, 1997 ; Bautier & Rochex, 1998 ; Bautier & Goigoux, 2004 ; Bautier & Rayou, 2009). Les situations d'enseignement et d'apprentissage seront ainsi analysées sous le double regard d'une étude de l'action conjointe et des relations entretenues par les acteurs avec les savoirs pour comprendre ces situations relativement à la production d'inégalités, en sciences. Il s'agit alors de suivre les savoirs autant que les rapports qu'entretiennent les acteurs avec ces savoirs et ainsi entrer dans la compréhension d'usages différenciés d'un document en sciences. Notre problématique porte donc sur les manières dont les élèves puisent des ressources dans les milieux co-construits pour apprendre (et pour apprendre quoi) en fonction des relations entretenues par l'enseignant et des élèves aux savoirs en jeu.

Les savoirs concernés par cette étude sont relatifs au concept de circulation du sang. Les programmes de l'école élémentaire française abordent la circulation du sang, au cycle 3, comme une fonction de nutrition (MEN, 2008, 2012). Dans cette perspective, le cœur met le sang en mouvement pour apporter aux organes les nutriments et le dioxygène nécessaires à leur fonctionnement et assurer l'élimination des déchets produits. C'est parce que le sang fait le lien entre les produits issus de la digestion, de la respiration et du fonctionnement des organes que la circulation du sang tient un rôle important dans les fonctions de nutrition des organes. C'est en conséquence une approche systémique mettant en lien ces fonctions qui est attendue, plutôt qu'une présentation successive de ces différentes fonctions. La démarche préconisée pour cette première approche des fonctions de nutrition est la démarche d'investigation qui implique les élèves dans une enquête menée à partir d'un questionnaire fondé sur leurs préoccupations. Les études qui ont porté sur les fonctions de nutrition et plus particulièrement sur la circulation du sang (Ducros, 1989 ; Lavarde, 1992, 1994 ; Astolfi & Peterfalvi, 1993 ; Lhoste, 2006 ; Orange, Lhoste & Orange-Ravachol, 2008) ont montré que ce concept n'est ni simple à enseigner ni facile à apprendre. Ces études ont en outre identifié des obstacles épistémologiques (au sens de Bachelard, 1938, 2004) parmi lesquels nous en retenons deux, dont il sera question dans les résultats présentés. Le primat de la perception peut faire obstacle à la conceptualisation d'une circulation sanguine au niveau des organes internes (Astolfi & Peterfalvi, 1993, p.110) et la représentation en tuyaux des vaisseaux sanguins chargés de la distribution sanguine est un obstacle à la construction de la notion de surface d'échanges (Sauvageot-Skibine, 1993, p.189).

2. Protocole méthodologique

L'option méthodologique que nous avons adoptée relève d'une analyse clinique ascendante inspirée des travaux de l'école genevoise (Schubauer-Leoni & Leutenegger, 2002) mettant en correspondance différentes pièces de corpus : un corpus principal (comprenant les vidéos de la totalité des séances, entièrement retranscrites, et tous les documents utilisés pendant le travail de classe) auquel on adjoint un corpus associé (comprenant les préparations du professeur, les entretiens avec le professeur, ante et post séance, ante et post protocole, et les entretiens avec les élèves). Il s'agit alors de rechercher des indices dans les corpus et de mettre à jour des inférences pour procéder à des interprétations didactiques. Au préalable, nous menons une analyse *a priori* des tâches proposées aux élèves (cf. §3) pour tenter d'entrer dans la logique professorale d'exposition des savoirs et accéder à des éléments qui pourraient expliquer certaines « manières de faire » des élèves et du professeur dans la classe. En effet, comme le souligne Gérard Sensevy : « Lorsque le professeur organise son enseignement, il le fait notamment en fonction d'un certain nombre d'idées, plus ou moins explicites, qu'il entretient avec le savoir lui-même, de la nature foncière de l'apprentissage, de la signification de l'enseignement » (Sensevy & Mercier, 2007, p.33). Cette analyse questionne le document proposé : quelles sont ses difficultés potentielles, quelle utilisation en est prévue, selon quels objectifs et pouvant générer quelles différenciations ?

L'analyse suivante *in situ* interroge l'usage effectif du document (cf. §4). Nous produisons alors une analyse microdidactique sur une action qui est essentiellement discursive, même si nous prenons en compte d'autres formes d'action (une écriture au tableau, un geste d'élèves ou du professeur, par exemple) lorsque c'est utile pour comprendre ou soutenir les interactions verbales des acteurs. Cette analyse conduit au repérage de quelques caractéristiques des pratiques. Il nous reste alors à retourner à des éléments externes, ceux du corpus associé, par l'intermédiaire des entretiens – professeur et élèves –, et de croiser ces éléments avec ce qui émerge de l'analyse *in situ*, pour tenter de préciser notre compréhension de l'usage fait, par les uns et les autres, du document.

Dans le cadre de cet article, nous rapportons des éléments d'une recherche relative à une séquence de quatre séances (soit un peu plus de cinq heures de vidéo analysées). Le travail est mené par un enseignant de CM2 (cours moyen 2^e année) qui, comme tous les enseignants de l'école élémentaire, est polyvalent et a en charge la totalité des enseignements, dont l'enseignement scientifique. La recherche a lieu dans une petite école de centre-ville, recrutant dans des univers sociaux très différents ; le professeur a vingt ans d'ancienneté dans le métier et décrit la classe comme « très difficile » du point de vue des apprentissages.

3. Analyse *a priori* du document

Nous reproduisons ci-dessous le document (en partie analysé dans Pautal, 2013) élaboré par l'enseignant de la classe, à la suite de différentes recherches dans des manuels de l'école (entretien ante protocole) et utilisé au début de la séquence d'enseignement et d'apprentissage relative à la circulation du sang².

² Pour cet article, nous envisageons les usages d'un document qui sert de support au travail des élèves. Nous laissons ainsi de côté d'autres médias comme tableau, TNI, vidéo etc. qui médiatisent l'action didactique.

Figure 1- Document fourni aux élèves³

Les différents vaisseaux

Observe le dessus de ta main gauche lorsque tu serres ton poignet gauche avec ta main droite. Que vois-tu ?

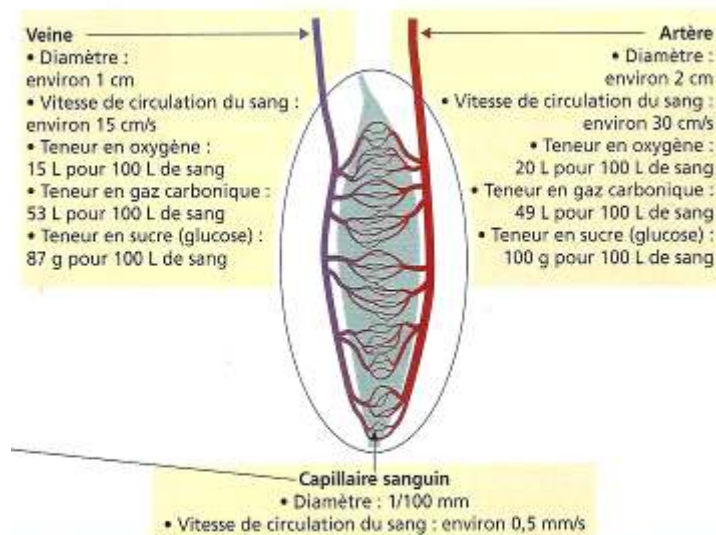
Cherche dans les livres de Sciences des images de vaisseaux sanguins. À l'aide des échelles que tu trouveras, évalue le diamètre des différents vaisseaux. Note-les sur la ligne

Essaie d'émettre une hypothèse sur les différentes tailles.

Observe attentivement le document 1, puis donne le nom des vaisseaux sanguins qui jouent les rôles suivants :

- conduit rapidement le sang du cœur à l'organe : _____
- ramène rapidement le sang des organes au cœur : _____
- permet des échanges entre le sang et les organes : _____

Document 1



• D'après les légendes du document 6, comment évolue la teneur en oxygène dans le sang entre l'entrée et la sortie du muscle ? celle du gaz carbonique ? et celle du glucose ?

• À ton avis, où va une partie de l'oxygène et du glucose présents dans le sang qui arrive dans le muscle ? Et d'où vient le gaz carbonique ?

Quand tu seras plus grand, tu pourras donner ton sang. Le don de sang permet de sauver de nombreux

Essaie de répondre aux questions du document 1 grâce à tes connaissances sur la respiration.

³ On peut noter une indexation inappropriée dans le document fourni aux élèves ; le document référencé 6 dans le document initial devient document 1 après collage et assemblage réalisé par le professeur. En outre, le document original comporte une erreur ; la section de la veine est inférieure à celle de l'artère et la vitesse de circulation dans la veine est plus lente, ce qui est impossible car elles sont en série.

Le titre du document fourni aux élèves (« Les différents vaisseaux ») est simple, il n'est pas formulé sous forme de question ou de problématique. Il signe la manière dont le professeur souhaite entrer dans le concept de circulation du sang, centrée sur une approche descriptive qui cherche à lister les différents vaisseaux sanguins, ce qui éloigne d'une vision systémique qui poserait la question des rôles du sang dans le corps par rapport à l'ensemble des fonctions de nutrition.

La première question, intégralement reprise d'un manuel de sciences de cycle 3 (*64 enquêtes pour comprendre le monde*, Magnard, 2003, p.110-111), montre qu'une entrée choisie par ce professeur pour démarrer la séquence sur la circulation du sang est un travail d'observation directe sur soi très concrète ; ce sont ainsi plutôt des éléments perceptifs et du quotidien qui sont privilégiés dans un premier temps quitte à renforcer certains obstacles épistémologiques comme celui du primat de la perception sur la conceptualisation d'un modèle explicatif de la circulation du sang. En effet, cette première observation, par transparence sous la peau, pourrait renforcer l'idée d'une circulation en superficie au détriment de la connaissance d'une quelconque circulation au niveau des organes internes comme les muscles par exemple (Astolfi & Peterfalvi, 1993).

Le deuxième item débute aussi par une injonction « *Cherche dans des livres de Sciences des images de vaisseaux sanguins* » motivée par la volonté professorale de mettre les élèves « en activité » pour leur faire travailler des compétences transversales comme celles liées à la recherche documentaire. La question est de savoir quelle aide le professeur apportera aux élèves pendant le travail de classe. La proposition « *à l'aide des échelles que tu trouveras, évalue le diamètre des différents vaisseaux, essaie d'émettre une hypothèse sur les différentes tailles* » indique qu'après avoir observé, il est nécessaire d'émettre des hypothèses ; en tout cas, c'est ce que ce professeur pense qu'il est bon de faire pour mettre en place une démarche pour « faire des sciences » à l'école selon ce qu'il perçoit des préconisations officielles. On peut également noter que les réponses à la question du diamètre des vaisseaux sanguins (qui sous-tend l'activité documentaire) sont contenues dans la dernière partie du document. Cette dernière partie pourrait donc avoir une position majeure dans la réussite, ou pas, des élèves dans l'effectuation de la tâche. La réussite de la tâche peut consister à répondre uniquement en recopiant les données chiffrées contenues dans le document, ou peut aussi se décliner en termes de compréhension effective des fonctions des divers vaisseaux sanguins ; ces deux réussites sont de natures très différentes.

Globalement, le début de ce document demande aux élèves d'aborder les vaisseaux sanguins en les regardant sur eux puis de s'en construire une représentation par des images qu'ils doivent sélectionner dans des documentaires adaptés. Avec ces images (type angiographies, images au microscope, dessins, schémas), ils doivent se représenter le volume et la section de trois types de vaisseaux sanguins et les nommer. Les savoirs qui pourraient être formalisés à l'issue de cette première partie du questionnaire sont des savoirs factuels et descriptifs, du type : des vaisseaux conduisent rapidement le sang (les artères et les veines), des vaisseaux conduisent lentement le sang (les capillaires).

Toute la suite du document est intégralement reprise du manuel ; le document est scanné directement à partir de la page de celui-ci et intégré au document qui sert de support pour l'activité de l'élève. On peut noter qu'il est absolument nécessaire de lire la totalité du document pour saisir que les contenus qui y sont travaillés sont à mettre en lien avec un chapitre étudié précédemment, à savoir la respiration, sans bien sûr que ces pré-supposés soient rappelés d'une manière ou d'une autre. Il est donc bien à la charge de l'élève de se remémorer les acquis relatifs à la respiration. Si cette opération de mise en relation est effectuée, et seulement si, elle permettra de comprendre alors que s'intéresser aux vaisseaux sanguins, dont on comprend qu'ils sont de trois sortes, permettrait d'accéder à l'idée que des éléments (dioxygène, dioxyde de carbone, glucose) sont transportés par le sang, dans ces vaisseaux, et que la concentration en ces différents éléments est variable à l'entrée et à la sortie des organes dont, par exemple, les muscles. Il s'agit donc bien de s'intéresser à la manière dont les organes sont approvisionnés en nutriments et dioxygène, mais de façon tout à fait implicite. En terminant de la sorte le document

par le présupposé fondamental que la classe partagerait à l'évidence des acquis sur la respiration, l'enseignant prend la responsabilité de ne pas dire l'objet de savoir partagé (les phénomènes liés à la respiration) sans lequel tout le travail des questions précédentes est sinon impossible, du moins sans aucune signification biologique. Ce sont ces présupposés qui sont inclus dans la dernière consigne : « *Essaie de répondre aux questions du document 1 grâce à tes connaissances sur la respiration. Comment évolue la teneur en oxygène dans le sang entre l'entrée et la sortie du muscle ? Celle du gaz carbonique ? Et celle du glucose ? À ton avis, où va une partie de l'oxygène et du glucose présents dans le sang qui arrive dans le muscle ? D'où vient le gaz carbonique ?* » En s'appuyant sur des mises en lien indispensables et en ayant recours à la mémoire didactique, la nature des savoirs explicatifs sollicités dans cette dernière partie se situe sur un tout autre registre épistémologique que précédemment. Ce travail cognitif, exigeant pour les élèves, suppose que ces derniers soient un tant soit peu aidés par l'enseignant. Les deux registres épistémologiques de savoirs convoqués dans le document peuvent ainsi conduire les élèves à des réussites différenciées. Ceux qui réussissent aux premières questions et échouent aux dernières auront l'idée qu'il reste encore des choses à apprendre, certes, mais ces « choses » ne sont pas exactement de même nature. Le passage de savoirs factuels, correspondant aux définitions des trois types de vaisseaux sanguins, à des savoirs sollicitant la mémoire de la classe ainsi que des mises en lien d'une certaine complexité, marque un saut cognitif dont il n'est pas sûr que l'enseignant ait mesuré l'importance et pour lequel nous allons voir comment il est géré en classe.

4. Différents usages *in situ* du document

Au cours de la première séance introduisant le concept de circulation du sang, la classe est divisée en deux groupes : une demi-classe visionne un film sur le don du sang pendant que l'autre demi-classe doit compléter, en présence du professeur, le document (figure 1). Les résultats qui suivent portent sur l'usage du document que chaque élève possède. Divers ouvrages sont disposés sur une table, en libre accès : des manuels de l'école, des documentaires et un dictionnaire. Nous donnons d'abord une vue générale du déroulement de l'activité utilisant le document avant de repérer plus finement le travail de quelques élèves face au document dont nous venons de faire l'analyse *a priori*.

■ **Des éléments de l'action didactique conjointe autour du document**

Le professeur dévolue la tâche de la façon suivante : « *vous allez chercher dans les livres par groupes ; vous aurez un questionnaire auquel il faut répondre et ce questionnaire, à la fin, il va falloir le présenter aux autres* ». Exposée de la sorte, la tâche occulte totalement la question scientifique fondamentale attachée à la recherche documentaire qui n'est, de fait, pas identifiée comme la recherche d'une solution à un problème de nature biologique du type approvisionnement des muscles en dioxygène et nutriments. L'enjeu du travail est de remplir un questionnaire et de communiquer aux autres élèves de la classe, sans identification claire sur la nature de ce qu'il y a à communiquer. Voyons un extrait⁴ :

Extrait 1 - Interactions à la minute 23

29. « *P : vous avez des livres là [...] vous pouvez venir chercher [...] y a différents livres [...] vous travaillez à la BFM⁵ sur la recherche documentaire vous devez être capables de chercher dans un livre [...] on essaye de trouver ce que l'on cherche [...] vous avez lu les questions on vous a demandé des questions précises*

Les élèves se déplacent auprès des livres.

⁴ Dans les extraits, un élève identifié est désigné par les quatre premières lettres de son prénom, sinon il est indiqué par la lettre E.

⁵ Bibliothèque Francophone Multimédia de la ville.

30. P : *qu'est-ce qu'on vous demande [...] attention il faut pas tout lire [...] vous avez travaillé la recherche documentaire, comment vous avez fait*
31. Laur : *on a regardé le sommaire les sciences*
32. P : *ah ! vous avez regardé sur sommaire*
33. E : *oui, sur sciences*
34. P : *oui, mais les sciences c'est que le sang et les vaisseaux sanguins ?*
35. Dani : *des fois, c'est à la fin ! Ah ! J'ai trouvé, c'est le corps humain et l'éducation à la santé*
36. Chri : *c'est dans le cœur et la circulation du sang*
37. E : *moi, c'est le sang et le cœur »*

Les interventions du professeur visent à rappeler des techniques liées à la recherche documentaire, ce qui signe une remise en jeu de compétences acquises par ailleurs hors du champ scientifique concerné ; les régulations professorales au cours de l'activité sont clairement indépendantes des savoirs biologiques en jeu. Pour réaliser la tâche, les élèves s'emparent des livres, feuillentent, tentent de trouver des réponses au questionnaire, soit individuellement, soit par équipes de deux ou trois élèves. Le professeur est pressé de faire trouver aux élèves des réponses aux questions afin de les communiquer (« *bon, on avance pour pouvoir dire aux autres* ») et la recherche documentaire ne portant pas les fruits escomptés, le professeur propose à la minute 40 : « *bon, on va se remettre ensemble parce que je me rends compte qu'il y a plein de choses que vous ne savez plus sur la respiration [...] je m'aperçois qu'il y a plein de choses que vous avez oubliées dont vous ne vous souvenez plus [...] chut, je peux récupérer mes livres ?* ». Au cours de l'entretien post séance, le professeur fait part de sa déception : « *ça fait plaisir, ils ne se souvenaient plus de rien sur la respiration qu'on avait vue au CE2* », comme s'il était évident que deux années scolaires plus tard, et sans prendre en compte de nouveaux arrivants, les souvenirs pourraient être instantanément mobilisés. Devant cet échec, le professeur réunit le groupe pour une phase d'institutionnalisation au cours de laquelle les questions du document sont reprises, dans l'ordre, en commençant par la première question, pour être traitées collectivement jusqu'à l'arrivée de l'autre demi-classe qui a visionné le film. Voici un échange, au cours de ce moment collectif, qui porte sur la dernière question, alors que les élèves ont, au mieux, répondu aux deux premières questions.

Extrait 2 - Interactions à la minute 44

112. « P : *bon vous imaginez une artère ou un capillaire sanguin, c'est un tuyau où passe le sang [...] plus le tuyau est gros, plus le sang...*
113. E : *plus le sang il va vite*
114. P : *plus le tuyau est petit moins le sang va aller vite*

Pour le professeur, il s'agit de mettre en relation logique « vaisseau de petite section » avec « débit faible »⁶.

115. P : *donc à votre avis où on a besoin de vitesse et où on a moins besoin de vitesse ?*
116. E : *on a besoin de vitesse au cœur*
117. Etie : *non, dans les membres*
118. P : *alors, pourquoi on a besoin dans les membres ?*
119. Etie : *pour les faire bouger, pour donner de l'alimentation aux muscles pour les faire bouger*
120. P : *donc, il nous faut les vaisseaux sanguins les plus gros qui arrivent...*
121. Etie : *dans les muscles pour vite réagir pour bouger les bras et dans les jambes*
122. P : *donc on va avoir besoin d'un tuyau qui va conduire le sang ?...*
123. E : *plus vite*
124. P : *quel est ce tuyau qui va conduire le sang plus vite ?*
125. E : *artères*
126. E : *capillaires »*

⁶ Ceci est la traduction d'une incompréhension par l'enseignant : si le sang va plus lentement dans les capillaires que dans les veines, ce n'est pas parce que la section des capillaires est plus faible mais bien parce que la somme des sections des capillaires (en parallèle) est beaucoup plus grande que la section de l'artère.

Sur cet échange, on peut repérer deux obstacles dans la compréhension des échanges nutritifs liées d'une part à l'impossibilité de concevoir la porosité de certains tuyaux conduisant le sang pour envisager le passage d'éléments du sang des capillaires vers les organes et d'autre part, à la difficulté de concevoir un débit faible dans de très nombreux tuyaux de petit diamètre, favorable aux échanges. Ces notions de débit et de porosité ne sont pas appréhendables par les élèves de ce niveau. Le débat n'est pas tranché : qu'est-ce qui est le plus efficace pour apporter de l'énergie aux muscles ? Un tuyau de gros calibre qui amène rapidement une grande quantité de sang ou de fins capillaires ? L'analogie avec des tuyaux d'usage courant, type tuyau d'arrosage (tour de parole 112), introduit ici un obstacle supplémentaire ; transposer cette connaissance « vulgaire » aux capillaires peut s'ériger en obstacle à la construction du concept d'échanges nécessaires au niveau des organes. L'obstacle est d'autant plus prégnant dans cet extrait que l'on a construit, en premier, l'idée de sang canalisé (les trois premières questions du document) et pas la nécessité d'échanges avec les organes (cf. plus haut la manière dont le professeur a dévolu la tâche).

Même si les réponses au questionnaire ne sont qu'un reflet très partiel des activités cognitives des élèves, on constate qu'aucune réponse n'est notée au-delà de la deuxième question. À la première question (figure 1), les réponses obtenues correspondent, le plus souvent, aux écrits suivants : « *la main devient violette et les veines deviennent plus grosses* » ou bien « *les veines sont plus grosses* », ce qui correspond à des formulations faisant usage d'un vocabulaire que les élèves possèdent déjà. Les réponses obtenues à la deuxième question vont de : « *diamètre veine : environ 1 cm, diamètre artère : environ 2 cm, diamètre capillaire : 1/100 mm* » pour les réponses les plus complètes, à « *1/100 mm* » pour les réponses les plus laconiques. Toutes ces réponses, acceptables, sont situées dans un registre épistémologique de la description, avec un vocabulaire du quotidien (des « veines » ont été « vues » sous la peau).

■ **De stratégies différenciées à la construction d'explications pour des usages inégaux**

Focalisons-nous maintenant sur quelques usages différenciés du document afin de repérer des stratégies plus spécifiques mises en place par quelques élèves pour tenter de répondre aux questions du document et avançons dans le même temps quelques raisons à ces usages différenciés.

Assez rapidement (minute 32) et toujours sans avoir resitué l'enjeu biologique, le professeur régule l'activité des élèves en opérant un cadrage lâche de la manière suivante : « *regardez peut-être sur la feuille ; je vous ai mis un document qui peut vous aider* ». Cet indice est rapidement exploité par Dani qui a trouvé, à la fin du document, le diamètre des vaisseaux et appelle le professeur pour le lui dire et lire devant lui les informations du document :

Extrait 3 - Interactions à la minute 32

86. « *Dani : capi capillaire, diamètre un sur cent millimètres [...] vitesse de circulation du sang, environ 0, 5 millimètres par seconde*

87. *P : oui, mais est-ce que je vous demande la vitesse ? Qu'est-ce qu'on vous demande ? [Dani relie la phrase pointée du doigt par le professeur]*

88. *Dani : le diamètre, donc j'écris quoi ? J'écris ça ? (en désignant « 1/100 de millimètre » sur le document)*

89. *P : beh oui »*

L'élève recopie alors l'information relative aux capillaires sur sa feuille. Ainsi, Dani a répondu partiellement à la question par une simple copie d'information, validée par l'enseignant, sans évidemment mobiliser des connaissances sur la respiration (d'autant que Dani vient cette année seulement d'intégrer l'école) et sans prendre en compte les notions scientifiques relatives aux échanges nutritifs. Quand on demande à Dani d'expliquer où circule le sang, il répond que « *le sang circule dans les veines* » (entretien post) ce qui peut correspondre à un niveau de

connaissance identique à celui qu'il possédait au début de la séquence de travail. Il a bien recopié sur sa feuille le diamètre des capillaires, mais n'identifie pas ces derniers comme une catégorie particulière de vaisseaux sanguins ; il n'accède pas *a fortiori* aux raisons pour lesquelles les vaisseaux sont de calibres différents.

Dans un groupe contigu au groupe auquel appartient Dani, trois élèves, qui ont partiellement entendu les échanges précédents, ont l'intuition que des données chiffrées seraient intéressantes pour répondre aux questions. Ils repèrent donc des nombres sur les manuels à disposition (que ce soit le pouls ou le nombre de battements cardiaques en une journée), et entreprennent de les utiliser comme réponse à l'item 2, mais avec des confusions repérées par le professeur : « *bon, je pense que dans ce groupe qui rit beaucoup, à part confondre la distance parcourue par le sang dans les artères et le diamètre de cette artère...* ». Le professeur tourne alors les pages du livre pour pointer des éléments susceptibles de donner des indications, mais il ne formalise à aucun moment pourquoi telle donnée serait à écarter et telle autre pertinente pour la question posée. Finalement, les élèves lisent le passage concerné et recopient les données chiffrées sélectionnées par le professeur. Cette copie des données chiffrées peut être interprétée par les élèves comme une réussite de la tâche, alors qu'aucun enjeu biologique n'a été cerné. À l'issue de la séance, un élève du groupe indique qu'« *il est important d'apprendre ce qu'on a dans notre corps* » (entretien post), mais il est dans l'incapacité d'identifier un contenu biologique de façon plus précise.

Sur ces deux exemples, l'activité des élèves est un repérage d'une information puis sa copie sur une fiche, ce qui les conduit à une forme de réussite, reconnue par l'enseignant. Cette manière de faire, de la part des élèves, peut être mise en relation avec la façon dont le professeur a présenté la tâche (prise d'information pour remplir un questionnaire). Pour ce professeur, les savoirs scientifiques sont considérés comme des informations intéressantes « *à lire, écouter, regarder* » (entretien post protocole). Il n'y a alors aucune raison particulière de problématiser les questions biologiques : les réponses, factuelles, se trouvent dans les documents et sans lien avec l'explication d'un phénomène. En conséquence, la recherche d'informations est première devant la résolution d'un problème biologique et les stratégies employées par les élèves sont conformes au contrat didactique en vigueur dans cette classe, quand il s'agit de faire des sciences.

Intéressons-nous maintenant à un élève (Etie) qui s'emploie à mesurer les vaisseaux sanguins avec son double décimètre sur la photo d'une artériographie trouvée dans un manuel. Il est évidemment très difficile de mesurer de la sorte le diamètre des vaisseaux, mais cette stratégie suggère que seule une mesure objective des diamètres des vaisseaux devrait permettre de répondre à la question concernant les vaisseaux sanguins avec l'idée, peut-être, que l'activité scientifique à laquelle il réfère ce qu'on lui demande de faire dans la classe en ce moment, rime pour cet élève avec mesure ou quantification. Etie laisse ensuite de côté le livre sur lequel il mesurait préalablement et lit alors, pour lui-même, le document (figure 1), sans doute jusqu'à la fin, et parvient à saisir ce que le professeur n'a pas signalé : il y a nécessité d'apporter de l'énergie aux muscles ; ce qu'Etie formule de la manière suivante à la fin d'un échange avec le professeur : « *les muscles ont besoin d'énergie* » et qu'Etie reprendra sous une autre forme au cours du temps collectif déjà rapporté (extrait 2, tour de parole 119). Etie, interrogé en entretien post, précise qu'il a fréquenté des ressources documentaires relatives au fonctionnement du corps humain : « *je regarde des documentaires sur le corps avec mon père* » qui a été hospitalisé à la suite d'un anévrisme, ce qui autorise d'ailleurs Etie à dire qu'il « *s'y connaît un peu* » concernant « *les membres ou le cœur ou le sang* » (entretien post élèves). C'est, sans doute, parce qu'il est familiarisé avec des documents proches de ceux qu'il rencontre dans les manuels à disposition que cet élève, doté de ces éléments d'arrière-plan, peut mettre en perspective la tâche d'évaluation des diamètres des vaisseaux sanguins avec une compréhension de leur fonction dans une visée de nutrition et dépasser la simple liste des noms des différents vaisseaux sanguins à laquelle une résolution « plate » de la tâche pourrait conduire. Etie a ainsi tenté une objectivation du diamètre des vaisseaux sanguins par une mesure avec sa règle ; lu la fiche d'activité dans sa totalité ; compris que des vaisseaux sanguins ont pour fonction d'apporter de l'énergie au muscle (voir ci-dessus et tour de parole 121 de

l'extrait 2) ; a situé le champ de l'étude dans le domaine scientifique et a probablement construit des connaissances scientifiques, vraisemblablement parce qu'il accorde sens et valeur aux savoirs en jeu en lien avec une préoccupation familiale. Il est probable que, par un jeu d'aller et retour, la situation scolaire proposée par l'enseignant fait écho avec une préoccupation personnelle et que la situation familiale dans laquelle est impliqué l'élève donne un éclairage particulier à la situation scolaire d'apprentissage de savoirs scientifiques. Cet état de fait offre à cet élève la possibilité de déployer une stratégie qui lui permet, certes, de réussir la tâche (comme les autres) et surtout de la comprendre (à la différence des autres, sans doute). C'est bien un déjà-là, travaillé par la situation didactique proposée, qui sera dépassé pour conduire vers un apprentissage en sciences.

Enfin, on peut noter la manière de faire de John qui, après avoir recherché, sans succès, dans les manuels, pose la question suivante au professeur : « *avec le dictionnaire aussi on peut ?* » (pour chercher des réponses aux questions). Ainsi, trouver la définition d'un mot dans le dictionnaire est, pour cet élève, une stratégie tout à fait convenable pour répondre à la situation de recherche proposée ; ce que l'on peut tout à fait comprendre si l'on se réfère à la manière dont le professeur a dévolué la tâche, en ciblant des enjeux de recherche documentaire et de communication. Cette manière de faire, occultant l'enjeu biologique, détourne John des ressources documentaires prévues au profit d'une stratégie et de ressources qu'il estime appropriées pour réussir la tâche. Le professeur donne son accord à John pour chercher dans le dictionnaire, alors qu'à l'évidence cette méthode n'est pas la bonne, mais John est « en activité » et le professeur laisse faire cette recherche manifestement vaine. Le professeur considère qu'en soi, c'est suffisant pour cet élève « *qui ne comprend pas toujours* », d'ailleurs « *l'an prochain, il part en SEGPA* ». Si Etie a pu déceler que derrière la consigne d'une recherche documentaire se cachait un enjeu de nature scientifique, ce n'est pas le cas pour John. Ce dernier est peut-être pris dans un effet de brouillage induit par la présentation du professeur et ainsi, il n'arrive pas à identifier l'enjeu de la tâche. L'activité scientifique n'est pas identifiée pour elle-même, il y a confusion avec d'autres activités scolaires (Bisault & Berzin, 2009).

Conclusion

Nous avons voulu comprendre certaines raisons qui conduisent les élèves à des activités cognitives différentes à partir d'un document proposé en classe de sciences. Pour cela, nous avons procédé à une étude de cas qui a permis de repérer des usages différentiels d'un même document par des élèves et nous avons choisi de situer nos analyses dans le paradigme de l'action conjointe entre le professeur et les élèves pour tenter d'avancer des raisons, plurielles, aux usages que nous avons rapportés et qui conduisent à des apprentissages inégalitaires en sciences.

Parmi ces raisons, certaines peuvent être référées au professeur dès la conception du document, utilisé par les élèves, qui cristallise d'une part son rapport personnel aux objets de savoir en jeu (des savoirs scientifiques de type informatif et non problématisés) ainsi que sa propre lecture d'une démarche d'investigation telle qu'elle est proposée par l'institution (partir du vécu, proposer ensuite des hypothèses pour dégager une série de connaissances à propos des vaisseaux sanguins). Ces conceptions professorales (des savoirs et de la manière de les enseigner) sont, en partie, des guides pour l'action du professeur et alimentent des pratiques conjointes qui tendent, dans la classe, à éluder les enjeux biologiques au profit d'aspects transversaux (comme la recherche documentaire). Ces manières de faire entretiennent des malentendus sur les enjeux poursuivis et n'aident pas les élèves dans le repérage et l'identification des savoirs biologiques qui restent anecdotiques pour la plupart d'entre eux.

Cette absence d'aide au repérage des savoirs biologiques, notamment lorsqu'il s'agit de gérer le passage de savoirs descriptifs à des éléments organisés explicatifs, est préjudiciable à pratiquement tous les élèves sur l'étude que nous rapportons. Les stratégies utilisées par la plupart d'entre eux valorisent les réponses ponctuelles dans une vision cumulative de savoirs

vrais ou faux. Un élève semble capable d'organiser et relier des connaissances pour produire des explications à un phénomène car le *sens* et la *valeur* qu'il accorde aux savoirs en jeu lui permettent, pour des raisons personnelles, de saisir des enjeux que le professeur n'explique pas.

Comprendre la réussite singulière d'un élève permet de repérer en quoi les dispositifs conçus et mis en œuvre dans cette séance produisent les effets rapportés, pour la plus grande partie de la classe (si ce n'est toute la classe).

Les différentes stratégies cognitives menant à des performances très inégales autour d'un même document contribuent à installer (durablement ? ce serait l'enjeu d'autres recherches, avec d'autres temporalités) les élèves dans un rapport aux savoirs scientifiques où ces derniers sont soit identifiés comme des réponses à des problèmes et des questions que l'on se pose (les savoirs prennent alors le statut d'éléments de compréhension du monde), soit considérés comme des savoirs cumulatifs, disjoints, vrais ou faux, sans aucun lien avec des questionnements sur le monde, et c'est ce dernier cas qui est le plus fréquent dans cette classe. Le développement précoce de ces postures épistémologiques très marquées, en lien avec le fait que les élèves n'ont pas reçu les signes leur permettant d'identifier les manières de parler, faire et penser les sciences, laisse augurer des réussites, à moyen et long terme, différentielles selon les élèves.

Bibliographie

- ASTOLFI J.-P. & PETERFALVI B. (1993), « Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales », *Aster*, n°16, p.103-141.
- BACHELARD G. (1938, 2004), *La formation de l'esprit scientifique*, Paris, Librairie philosophique, Vrin.
- BAUTIER E. & RAYOU P. (2009), *Les inégalités d'apprentissage. Programmes, pratiques et malentendus scolaires*, Paris, Presses Universitaires de France.
- BAUTIER E. & GOIGOUX R. (2004), « Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle », *Revue Française de Pédagogie*, n°148, p.89-100.
- BAUTIER E. & ROCHEX J.-Y. (1998), *L'expérience scolaire des nouveaux lycéens. Démocratisation ou massification ?*, Paris, Armand Colin.
- BISAULT J. & BERZIN C. (2009), « Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école primaire », *Éducation et Didactique*, volume 3, n°2, p.81-103.
- BROUSSEAU G. (1986), « La relation didactique : le milieu », *Actes de la 4ème école d'été de didactique des mathématiques, IREM Paris 7*, p.54-68.
- CHARLOT B. (1997), *Du rapport au savoir, éléments pour une théorie*, Paris, Anthropos.
- CHARLOT B., BAUTIER E. & ROCHEX J.-Y. (1992), *École et savoir dans les banlieues... et ailleurs*, Paris, Armand Colin.
- CHEVALLARD Y. (1991), *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble, La Pensée sauvage.
- DUCROS B. (1989), *Le concept de circulation du sang : productions d'outils didactiques*, Thèse non publiée, Université de Paris VII.
- LAVARDE A. (1992), *Contribution à l'étude de la schématisation dans l'enseignement de la circulation sanguine*, Thèse non publiée, Université de Paris VII.
- LAVARDE A. (1994), « Figurabilité dans le domaine de la circulation sanguine », *Didaskalia*, n°3, p.79-91.
- LHOSTE Y. (2006), « La construction du concept de circulation sanguine en 3^e : problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique », *Aster*, n°42, p.79-108.

MEN (2008), *Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire*, BO HS, n°3 du 19 juin 2008.

MEN (2012), *Progressions pour l'école élémentaire*, BO, n°1 du 5 janvier 2012.

OCDE PISA (2012), « Notes par pays », OCDE, France, p.1-12, www.oecd.org/france/PISA-2012-results-france.pdf, consulté le 18 août 2015.

ORANGE C., LHOSTE Y. & ORANGE-RAVACHOL D. (2008), « Argumentation, problématisation et construction de concepts en classe de sciences », *Argumenter en classe de sciences*, C. Plantin & C. Buty (dir.), Lyon, INRP, p.75-116.

PAUTAL E. (2014), *Didactique des SVT. Études de pratiques conjointes*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes.

PAUTAL E. (2013), « De l'action à l'activité d'enseignants et d'élèves : une aide pour comprendre l'enseignement et l'apprentissage en sciences du vivant », *RDST*, n°8, p.115-136.

ROCHEX J.-Y. & CRINON J. (2011), *La construction des inégalités scolaires*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes.

SAUVAGEOT-SKIBINE M. (1993), « De la représentation en tuyaux au concept de milieu intérieur », *Aster*, n°17, p.189-204.

SCHUBAUER-LEONI M.-L. & LEUTENEGGER F. (2002), « Expliquer et comprendre dans une approche clinique/expérimentale du didactique ordinaire », *Expliquer et comprendre en sciences de l'éducation*, F. Leutenegger & M. Saada-Robert (éds.), Bruxelles, De Boeck, p.227-251.

SENSEVY G. (2011), *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*, Bruxelles, De Boeck.

SENSEVY G. & MERCIER A. (2007), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes.

SENSEVY G., MERCIER A. & SCHUBAUER-LEONI M.-L. (2000), « Vers un modèle de l'action didactique du professeur. À propos de la course à 20 », *Recherches en Didactique des Mathématiques*, volume 20, n°3, p.263-304.