Rapports aux savoirs d'élèves de seconde générale aux SVT et pratiques d'enseignement et d'étude en classe

Étude de cas : l'apport sanguin aux muscles en activité

Students' relationships to knowledge related to biology and Earth science and teaching and learning practices. Blood supply to organs in grade 10

Pascale Cappiello, Patrice Venturini et Patricia Schneeberger

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/educationdidactique/2902>

DOI : 10.4000/educationdidactique.2902

ISSN : 2111-4838

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 28 août 2018

Pagination : 9-42

ISBN : 978-2-7535-7554-7

ISSN : 1956-3485

Référence électronique

Pascale Cappiello, Patrice Venturini et Patricia Schneeberger, « Rapports aux savoirs d'élèves de seconde générale aux SVT et pratiques d'enseignement et d'étude en classe », *Éducation et didactique* [En ligne], 12-1 | 2018, mis en ligne le 28 août 2020, consulté le 23 août 2022. URL : <http://journals.openedition.org/educationdidactique/2902> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.2902>

**RAPPORTS AUX SAVOIRS D'ÉLÈVES DE SECONDE GÉNÉRALE
AUX SVT ET PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT ET
D'ÉTUDE EN CLASSE
ÉTUDE DE CAS : L'APPORT SANGUIN AUX MUSCLES EN ACTIVITÉ**

Pascale Cappiello

Université de Toulouse 2, UMR EFTS

Patrice Venturini

Université de Toulouse 2, UMR EFTS

Patricia Schneeberger

Université de Bordeaux, Lab-E3D, EA7441

Cet article rend compte d'une étude des relations entre les rapports entretenus par des élèves de seconde avec les savoirs des SVT et les pratiques d'étude et d'enseignement dans le cas de l'étude de l'apport sanguin aux muscles en activité. Ainsi, après avoir identifié les rapports aux savoirs des élèves dans le cadre de l'approche socio-anthropologique, nous avons analysé les pratiques à l'aide de la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique puis mis en relation les résultats obtenus dans chacun des cas. Les méthodologies correspondantes ont été empruntées à des études déjà réalisées et sont respectivement basées pour l'une sur des bilans de savoirs et des entretiens, pour l'autre sur un corpus regroupant des vidéos de classe, des entretiens avec l'enseignant et les élèves ainsi que les documents préparatoires de l'enseignant et ceux distribués et remplis en classe par les élèves. Les résultats obtenus montrent que le rapport aux savoirs des élèves peut être envisagé comme un des déterminants de l'action conjointe. Ils montrent aussi que les pratiques d'enseignement observées dans une situation ordinaire pourraient contribuer à accentuer les phénomènes concourant dans les processus constitutifs des rapports aux savoirs, à la mobilisation des élèves les plus mobilisés dans leurs apprentissages, ou à la démobilitation des élèves les moins mobilisés.

Mots-clés : rapport aux savoirs des SVT, action didactique conjointe, pratiques d'étude, pratiques d'enseignement, mobilisation à apprendre, distribution sanguine aux organes.

*Students' relationships to knowledge related to biology and Earth science and teaching and learning practices
Blood supply to organs in grade 10*

This paper is about relations between teaching and learning practices and relationship to knowledge linked to biology and Earth science, in the case of blood supply to organs in grade 10. The methods used to deal with this question are borrowed to other studies and are based on classroom videos, interviews of students and teacher, and teacher's work paper, students' handouts. Our findings show that relationships to knowledge are determinant in the joint action. Also, they suggest that learning and teaching practices in the ordinary context of teaching practices have an influence on the evolution of relationships to knowledge.

Keywords: relation to knowledge about Life and Earth science, joint action in didactics, learning practices, teaching practices, engagement in learning, blood supply to organs.

Remerciements :

Nous tenons à remercier les experts qui ont relu cet article pour leurs remarques et pistes de réflexions pour améliorer ce texte.

INTRODUCTION

Cet article rend compte de travaux visant à mieux comprendre ce qui se joue en classe dans les relations entre d'une part, les rapports aux savoirs des sciences de la vie et de la Terre (SVT) d'élèves de seconde générale et d'autre part, les pratiques d'étude et d'enseignement développées lors d'une séquence sur l'apport sanguin en dioxygène et nutriments aux muscles en activité.

Nous entendons le rapport aux savoirs dans la filiation de l'approche socio-anthropologique d'ESCOL (Charlot, Bautier & Rochex, 1992 ; Charlot, 1997), développée pour comprendre les trajectoires d'élèves qui conduisent ou non à l'échec scolaire¹, tel que Charlot le définit en 2003 (p. 48) : « Le rapport au savoir est l'ensemble des relations qu'un sujet entretient avec un objet, "un contenu de pensée", une activité, une relation interpersonnelle, un lieu, une personne, une situation, une obligation, etc., liés en quelque façon à l'apprendre et au savoir. » « Il est relation de sens et relation de valeur : l'individu valorise ou dévalorise les savoirs en fonction du sens qu'il leur confère. » (Bautier & Rochex, 1998, p. 34) et se mobilise en conséquence pour les apprendre. Ces auteurs caractérisent le rapport au savoir grâce à deux dimensions épistémiques et identitaires toutes deux modelées par une dimension sociale². Charlot (2003, p. 45) avance aussi l'idée qu'il existe des rapports spécifiques à des savoirs particuliers, comme ceux des SVT par exemple. Mais si Charlot continue de parler de « rapport au savoir », pour lui il s'agit plutôt de « rapport à l'apprendre » (1997, p. 67), le « rapport au savoir » n'étant qu'une forme spécifique du « rapport à l'apprendre ». Apprendre permet le passage entre ce que le sujet n'est pas encore, à ce qu'il devient lorsqu'il s'approprie les éléments en jeu grâce à lui, aux autres, au monde. « Ce sont les rapports aux savoirs (ou aux "apprendre") qui sont alors au centre de la recherche, les rapports à des savoirs envisagés dans leurs spécificités épistémologiques, cognitives, didactiques » (Charlot, 2003, p. 45).

Ainsi, lors de travaux précédents (Cappiello & Venturini, 2015), nous avons construit pour des élèves de seconde générale, cinq rapports aux savoirs des SVT idéaux-typiques traduisant des degrés de mobilisation différents. Leurs descriptions sont présentées en Annexe 1. Ces idéaux-types nous permettent de penser les élèves en termes de mobilisations variées et de processus associés en fonction

de l'idéal-type auquel chacun d'eux peut être associé³ (cf. ci-après et Annexe 1). En effet, les résultats obtenus nous ont permis, à partir de l'identification de phénomènes liés aux sphères scolaire et socio-familiale, d'inférer les processus sous-jacents aux dynamiques de mobilisation différenciées. Ainsi, nous trouvons par exemple, dans les propos des élèves, que les activités en travaux pratiques sont intéressantes ou pas, qu'apprendre la biologie demande des efforts ou pas, que les SVT sont importantes ou pas pour les études, que les sujets liés aux SVT font l'objet d'échanges ou pas au sein de la famille, que leurs résultats en SVT les satisfont ou pas, qu'un métier en lien avec les SVT est envisageable ou pas... Des combinaisons particulières de ces phénomènes constituent les processus plus ou moins mobilisateurs qui ont été décrits sous une forme idéal-typique. Parmi ces phénomènes, l'importance de ceux liés à la sphère scolaire a été mise en évidence à partir de données déclaratives et laisse ainsi supposer que l'action didactique est déterminante pour l'élaboration des rapports aux savoirs.

Par ailleurs, des travaux menés par Pautal (2012), Pautal, Venturini et Schneeberger, (2012, 2013b) montrent comment les rapports aux savoirs de la biologie d'élèves de primaire peuvent déterminer l'action didactique conjointe (Sensevy, Mercier & Schubauer-Leoni, 2000) lors de séances d'enseignement-apprentissage concernant la circulation sanguine. Nous supposons que ce résultat a une validité plus large et que le rapport aux savoirs des élèves est aussi susceptible de nous permettre de mieux comprendre l'action didactique dans le secondaire.

Prenant en compte ces deux directions de recherche, nous souhaitons mieux comprendre l'élaboration des rapports aux savoirs à partir de l'analyse des relations qu'ils entretiennent avec les pratiques d'enseignement et d'étude. Observer la manifestation *in situ* de ces rapports, peut nous permettre de mieux comprendre les pratiques d'étude ainsi que les processus de mobilisation déjà idéalisés en classe de seconde. Par ailleurs, les travaux menés par l'équipe ESCOL à l'école, au collège, au lycée, (Charlot, Bautier & Rochex, 1992 ; Bautier & Rochex, 1998 ; Charlot, 1999b) montrent que les idéaux-types s'enrichissent au cours de la scolarité de phénomènes qui concourent à stabiliser des formes de mobilisation déjà existantes. Mais ces études ne disent rien sur comment la sphère scolaire et en particulier les pratiques d'enseignement⁴, voire au-delà certains de

leurs déterminants, contribuent à ce renforcement. De plus, elles ne révèlent pas non plus si l'école permet au rapport aux savoirs d'un élève d'évoluer d'un idéal-type à l'autre.

Aussi, analyser les relations entre rapport aux savoirs des élèves et pratiques d'enseignement et d'étude (en examinant aussi conjonctuellement certains de leurs déterminants professoraux) peut nous permettre de répondre à ces interrogations.

Ces analyses nécessitent de recueillir et de traiter des interactions didactiques auxquelles contribuent des élèves répartis sur l'ensemble des idéaux-types. Or, d'après nos études précédentes, le fonctionnement du corps humain est le seul thème dont l'étude mobilise l'ensemble des élèves. Par ailleurs au sein de ce thème, le cœur et le sang tiennent une place particulière liée aux vécus, aux peurs, à la vie... susceptible de susciter un intérêt pour chaque individu. Pour ces raisons, nous avons choisi de conduire nos observations dans une séquence portant sur les savoirs correspondants en classe de seconde.

Pour étudier l'action didactique, nous avons mobilisé la théorie de l'action conjointe en didactique dont nous présentons dans ce qui suit quelques éléments théoriques complétés par une analyse didactique et institutionnelle des savoirs en jeu.

THÉORIE DE L'ACTION DIDACTIQUE CONJOINTE (TACD)

Cette théorie (Sensevy & Mercier, 2007 ; Sensevy, 2011) étant largement décrite par ailleurs, nous ne reprécisons brièvement que les éléments principaux tels que le point de vue sur l'action, la modélisation de l'action et les descripteurs associés ainsi que les déterminants échappant à l'intentionnalité de l'enseignant.

Dans ce cadre, l'action humaine, pour nous didactique, est considérée comme conjointe et sujette à des ajustements permanents entre les individus. « Envisager l'action didactique comme une action conjointe entre P [Professeur] et E [Elève] nécessite de référer systématiquement l'action de l'un des deux à celle de l'autre... L'action didactique prend sa forme, pour le professeur "à travers" l'élève, et, pour l'élève, "à travers" le professeur » (Santini, 2010). De plus, (*op. cit.*) « la TACD appréhende les interactions didactiques comme des transactions entre P et E à propos des savoirs en jeu ».

Ces transactions peuvent être modélisées sous forme de jeux dont l'enjeu est le savoir, en référence aux jeux sociaux de Bourdieu et aux jeux de langage de Wittgenstein. Ainsi les joueurs peuvent gagner au jeu si les acteurs (P et E) jouent le jeu tel qu'il est défini.

Chaque jeu est caractérisé par un doublet « contrat-milieu ». Comme le précise Brousseau (1980, p. 251), le contrat didactique correspond à « l'ensemble des comportements du maître qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus du maître » à propos d'un savoir. Il peut aussi être vu comme un système stratégique utilisé par les deux partenaires pour jouer le jeu (Sensevy, 2012). Quant au milieu, il est constitué par les éléments matériels et conceptuels pris en compte par le professeur ou l'élève dans la transaction.

L'enseignant dispose de quatre types d'action pour faire jouer le jeu : définir le jeu, le dévoluer aux élèves auxquels incombe alors la responsabilité de jouer, le réguler afin que les élèves adaptent leur manière de jouer et puissent gagner et enfin institutionnaliser le savoir en jeu.

Les dynamiques d'évolution du savoir au cours du jeu peuvent être caractérisées par trois genèses : la chronogenèse qui traduit l'avancée du temps didactique ; la topogenèse qui rend compte de l'évolution de la répartition des responsabilités liées à l'avancée des savoirs ; la mésogenèse qui correspond à l'évolution du milieu au cours du temps. Ainsi, la théorie décrit l'action didactique à partir du doublet contrat / milieu, du quadruplet des types d'action et du triplet des genèses.

Le déroulement de l'action didactique peut d'abord se comprendre à partir de ce qu'a planifié l'enseignant et de sa préparation. Toutefois une partie de ses actions échappe à son intentionnalité. Selon la théorie, son action est d'une part, « adressée », c'est-à-dire prend en compte les contraintes et les possibles des institutions dont il est sujet, et d'autre part, elle dépend de son épistémologie pratique qui correspond au point de vue plus ou moins implicite de l'enseignant sur les savoirs et leur nature ainsi que sur leur enseignement et leur apprentissage (Sensevy & Mercier, 2007). Dans ce point de vue, les déterminants proposés par la théorie sont des déterminants de l'action professorale et ne concernent pas les élèves. Les travaux de Pautal (2012) laissent supposer comme nous l'avons dit que l'engagement des élèves au regard du sens et de la valeur qu'ils donnent

aux savoirs qu'ils apprennent détermine une partie de l'action conjointe.

CONTEXTE INSTITUTIONNEL DES SAVOIRS EN JEU

D'après le programme SVT de la classe de seconde (MEN, 2010, p. 1) la séance observée relève de la thématique « Corps humain et santé » et doit permettre à chacun de « comprendre le fonctionnement de son organisme, ses capacités et ses limites ». Elle prépare, d'après le texte, « à l'exercice des responsabilités individuelles, familiales et sociales et constitue un tremplin vers les métiers qui se rapportent à la santé (médecine, odontologie, diététique, épidémiologie) ». En effet, la connaissance du corps et la compréhension de son fonctionnement sont « indispensables pour pratiquer un exercice physique dans des conditions compatibles avec la santé. Cela passe par la compréhension des effets physiologiques de l'effort et de ses mécanismes dont on étudie ici un petit nombre d'aspects » (MEN, 2010, p. 12).

Le chapitre étudié traite « des modifications physiologiques à l'effort ». À l'issue de la séquence concernée, les élèves doivent savoir que ces modifications⁵ « permettent un meilleur approvisionnement des muscles en dioxygène et en nutriments », cet apport étant facilité au niveau anatomique par le cœur, les vaisseaux organisés en une circulation sanguine générale en parallèle et une double circulation en série entre le cœur et les poumons. La formulation du programme est ambiguë puisqu'il s'agit en réalité de modifications permettant un approvisionnement adéquat qui couvre les dépenses de l'organisme notamment à l'effort. De plus, pour « comprendre l'organisation et le fonctionnement des systèmes cardiovasculaire et ventilatoire » il s'agit pour l'élève de « manipuler, modéliser, recenser, extraire et organiser des informations ». Ces éléments particuliers sont à entendre dans un cadre plus général dans lequel, quelles que soient les activités, l'enseignant est censé proposer une situation qui d'une part, situe les élèves dans une démarche de résolution de problème et d'autre part, les incite à s'investir et être acteurs de la construction et de l'avancée de leurs apprentissages (MEN, 2010, p. 12).

Au-delà des éléments précédents, conformément à l'esprit de la réforme des lycées (2010) et au curriculum des SVT, l'enseignant dispose d'une liberté

pédagogique portant « sur les modalités didactiques mises en œuvre, sur l'ordre dans lequel seront étudiés les thèmes, sur les exemples choisis ainsi que, dans une mesure raisonnable, sur l'ampleur de l'argumentation développée dans le cadre de tel ou tel sujet » (MEN, 2010, p. 2). Aussi, les préconisations officielles ne font pas mention de procédures à mettre en œuvre pour enseigner les savoirs et savoir-faire précités. L'enseignant doit alors construire seul des liens entre tous ces savoirs afin que les apprentissages qu'il propose aient du sens pour les élèves. Les savoirs en jeu dans cette étude étant resitués dans le contexte institutionnel nous les analysons au niveau didactique dans la section qui suit.

ANALYSE DIDACTIQUE DES SAVOIRS EN JEU

Pautal (2012) propose dans sa thèse de décrire au cycle 3 la circulation du sang selon trois points de vue, « biophysique », « éducation à la santé », « fonction de nutrition » qu'elle a appelés des centrations épistémiques. Nous lui empruntons ici cette typologie pour décrire en classe de seconde, les savoirs en jeu lors de l'étude de « l'apport sanguin en dioxygène et nutriments aux muscles en activité ». Aussi, nous parcourons dans ce qui suit, les éléments principaux à retenir afin de mieux comprendre la nature des savoirs en jeu dans chacun des points de vue et de prendre connaissance des ressources que l'enseignant peut utiliser dans chaque cas, sachant que ces trois points de vue sont toutefois à considérer de manière simultanée. Le ou les point(s) de vue privilégié(s) par l'enseignant dans l'action éclairent aussi une partie de son rapport à l'objet de savoir « apport sanguin en dioxygène et nutriments aux muscles en activité ».

Point de vue « biophysique »

Nous rappelons que l'approvisionnement en dioxygène et nutriments aux muscles actifs est adapté en fonction de l'intensité de l'effort grâce aux modifications des paramètres physiologiques ainsi qu'à l'organisation de la circulation sanguine. Il s'agit alors de comprendre que :

- le sang est propulsé par le cœur dans des vaisseaux et circule dans un système clos et que lorsque le débit cardiaque varie, cette modification est traduite dans tout le système

circulatoire et par conséquent au niveau de tous les organes y compris les muscles ;

– pour expliquer comment les muscles actifs peuvent recevoir et consommer davantage que les autres organes, nous devons étudier ce qui se passe localement à la fois au niveau de structures anatomiques⁶ particulières et des débits sanguins⁷ capables de variations locales en traversant les organes dont les muscles.

Pour travailler sur ces savoirs il est nécessaire d'avoir à sa disposition des données, photographies et schémas des structures locales (capillaires, sphincters), résultats de mesures de débit cardiaque et de débits sanguins traversant les organes au repos et à l'effort, que l'enseignant peut trouver dans les manuels scolaires⁸.

Par ailleurs, il s'agira de lever et de travailler si nécessaire un certain nombre d'obstacles épistémologiques que les recherches en didactique ont mis à jour (Ducros, 1989 ; Lavarde, 1994 ; Clément, 1991 ; Lhoste, 2006, 2008). En effet, même si ces savoirs relèvent d'acquis ils peuvent constituer des obstacles s'ils ne sont pas stabilisés :

- le sang est endigué, canalisé et mis en mouvement par le cœur ;
- le système de circulation est clos, donc les vaisseaux sont considérés comme imperméables ;
- il existe des zones d'échanges entre les capillaires et les organes et au niveau des capillaires pulmonaires, donc les capillaires sont considérés comme perméables.

Point de vue « fonction de nutrition »

À l'effort, les muscles consomment davantage de dioxygène et de nutriments qu'au repos. Il s'agit alors selon ce point de vue de les nourrir de façon adaptée à l'effort, c'est-à-dire de recharger le sang appauvri en dioxygène et nutriments. Il convient de savoir et de mettre en relation que :

- le sang se charge en dioxygène au niveau des poumons (respiration) et en nutriments au niveau de l'intestin grêle (digestion) ;
- l'organisation en série de la circulation pulmonaire et de la circulation générale permet à la totalité du sang de se recharger en dioxygène de manière qualitativement équivalente ;

– l'organisation en parallèle de la circulation générale permet une distribution du sang de qualité équivalente à tous les organes ;

– l'organisation intracardiaque⁹ oblige une circulation sanguine à sens unique sans mélange entre le sang rechargé ou appauvri en dioxygène.

Il est alors nécessaire, pour l'enseignant, d'avoir à sa disposition des mesures de concentration en dioxygène au niveau des artères et des veines ainsi que le modèle de la double circulation (en parallèle et en série). Des coupes et des schémas de cœur peuvent être réalisés ou à défaut observés sur un document pour identifier les structures responsables du sens unique de circulation sanguine. Les obstacles majeurs identifiés, rencontrés par les élèves portent sur :

- le sens de circulation qui est unique ;
- le fait que c'est la même quantité de sang qui circule et qu'il s'agit d'un recyclage et non d'une nouvelle production de sang ;
- le fait que la composition du sang en termes de concentration en dioxygène est plus importante dans le sang artériel que dans le sang veineux (ce qui relève d'un concept de chimie).

Point de vue « éducation à la santé »

Comme nous l'avons vu dans les programmes, l'idée d'une éducation à la santé en vue de pratiquer un exercice physique dans des conditions compatibles avec la santé est un fil rouge pour étudier cette partie. Les savoirs correspondants sont mobilisés lorsqu'il s'agit de travailler par exemple sur l'obésité ainsi que les maladies cardio-vasculaires. Nous pourrions alors, si nous adoptons ce point de vue développer ces aspects en lien avec le bien fondé de pratiques régulières et raisonnées d'exercices physiques. Cependant ce choix ne conduit pas directement aux savoirs liés à la question du réapprovisionnement des muscles en activité bien que les conditions à réaliser peuvent être envisagées. Aussi, nous ne développons pas ce point de vue.

Les outils théoriques et le cadre didactique étant définis, nous précisons les questions de recherche qu'ils ont permis de construire avant de décrire la manière dont nous avons procédé pour y répondre.

QUESTIONS DE RECHERCHE

Nous rappelons que notre objectif est de mieux comprendre l'élaboration des rapports aux savoirs des SVT des élèves, entendu comme sens et valeur donnés à ces savoirs, à partir de l'analyse des relations qu'ils entretiennent avec les pratiques d'enseignement et d'étude *in situ* même si ces relations dépendent aussi de déterminants côté enseignant.

Pour cette étude, même si le rapport aux savoirs est par essence individuel, nous considérons ici des rapports aux savoirs modélisés en cinq idéaux-types en continuité avec nos travaux précédents, notamment parce qu'ils réduisent et organisent la complexité liée au nombre d'individualités sachant que chaque élève est associé à l'un d'entre eux¹⁰.

Aussi, cherchons-nous à répondre aux questions suivantes, dans le cadre de l'étude de l'apport sanguin aux muscles en activité en classe de seconde :

- en quoi les rapports aux savoirs idéaux-typiques des élèves en SVT peuvent-ils être envisagés comme un des déterminants de l'action didactique conjointe ?
- en quoi les jeux proposés aux élèves, les dynamiques topogénétique, mésogénétique et chronogénétique à l'œuvre dans leur déroulement, les formats de régulation de l'enseignant, et à travers eux, éventuellement certains déterminants de l'action de l'enseignant, influencent les rapports aux savoirs idéaux-typiques et leurs évolutions ?

Nous précisons qu'il ne s'agit pas pour nous ici d'identifier systématiquement les déterminants de l'action de l'enseignant, mais de mentionner ceux qui, inférés de son action¹¹, permettent de mieux comprendre les relations entre rapport aux savoirs des SVT des élèves et les pratiques d'enseignement et d'étude.

MÉTHODOLOGIE

Ces questions nécessitent à la fois d'identifier les rapports aux savoirs des élèves pour les associer à un des rapports idéaux-typiques déjà définis, et d'analyser les pratiques d'enseignement et d'étude pour ensuite tenter de mettre en relation rapports aux savoirs des élèves et pratiques d'enseignement et d'étude. Nous décrivons successivement les méthodes correspondantes que nous avons mises en

œuvre pour atteindre ces objectifs. Mais avant, nous présentons le contexte dans lequel se déroule l'étude de ces pratiques ordinaires.

Présentation du contexte de la recherche

La classe observée appartient à un lycée général situé dans une petite ville de province plutôt rurale avec des milieux socio-familiaux variés. Elle comporte 34 élèves. Même si chacun des 34 élèves a été associé à l'un des cinq idéaux-types, l'étude ne concerne qu'une demi-classe, 12 filles et 5 garçons. En effet, dans cet établissement tous les enseignements de SVT en seconde sont systématiquement délivrés en demi-classe. Nous avons choisi celle dont les élèves étaient selon l'enseignant les plus susceptibles de participer aux interactions didactiques. De plus, lors des entretiens individuels, certains élèves de la demi-classe retenue ont tenu des propos que nous jugeons significatifs au regard du sens et de la valeur attribués aux savoirs des SVT, et nous pensons qu'il est intéressant d'observer leur éventuelle manifestation en acte dans la classe.

Les enseignements d'exploration¹² choisis par ces élèves sont à forte dominante littéraire (Littérature et société, allemand et chinois, latin). Pour information, nous signalons que seuls 15 élèves sont présents lors de l'observation *in situ*, 3 garçons et 12 filles. La présente étude ne s'intéresse pas aux effets de genre, même si le ratio de 28 filles pour 7 garçons laisse supposer une possible corrélation entre le genre et le choix d'un enseignement d'exploration littéraire et sans doute des rapports aux savoirs des SVT particuliers.

L'enseignant est très expérimenté¹³ et a été coordonnateur de la discipline durant de nombreuses années. À ce titre, il a participé à des conseils pédagogiques et demeure attaché à l'image de la discipline dans l'établissement. Il remet en question régulièrement ses pratiques d'enseignement¹⁴, et tente de les faire évoluer au regard des préconisations officielles¹⁵. La principale idée des sciences qu'il désire faire passer aux élèves est celle d'une science « comme quoi rien n'est figé, [...] qui évolue [...] c'est intéressant de le faire passer ».

Enfin, la séance observée, se situe en fin d'année. Les pratiques ordinaires et les habitudes de la classe sont alors installées, enseignant et élèves se connaissent bien.

Identification des rapports aux savoirs des élèves

Cette identification est un préalable à l'étude. Nous présentons brièvement la méthodologie utilisée pour identifier les rapports aux savoirs idéaux-typiques auxquels sont associés les élèves (voir Cappiello & Venturini, 2015 pour un développement). Nous avons recueilli des données issues de bilans de savoirs¹⁶ et d'entretiens individuels tous deux en lien avec le sens et la valeur que les élèves donnent aux SVT. Les propos des élèves issus des bilans de savoir sont découpés en unités de sens caractérisées par la nature des savoirs cités, leur nombre et la manière dont ils sont explicités. Ces éléments codés constituent les modalités de différentes variables qui font l'objet d'une classification hiérarchique ascendante. Les classes obtenues sont alors caractérisées par les modalités correspondantes des variables les plus significatives faisant ainsi apparaître les phénomènes les plus représentatifs de chaque classe. Ces phénomènes sont validés lors des entretiens individuels et complétés à partir d'éléments relevant en particulier du domaine socio-familial. Les combinaisons des phénomènes nous permettent d'inférer des processus à l'œuvre dans la mobilisation des élèves associés à chacun des idéaux-types définis dans les études précédentes¹⁷. Chaque élève a ainsi été associé au rapport idéal-typique dont les phénomènes concourant à la mobilisation se rapprochent le plus de ceux qu'il a évoqué dans l'entretien et le bilan de savoir. Ce sont ces idéaux-types que nous tentons ensuite de mettre en relation avec les caractéristiques des pratiques d'enseignement et des pratiques d'étude des élèves.

Analyse des pratiques et mise en relation avec les rapports aux savoirs idéaux-typiques

Le corpus recueilli pour cette analyse est constitué de données diverses :

- des documents élaborés par l'enseignant : fiche de préparation de la séquence, documents à destination des élèves, diaporama de présentation de la séquence destiné aux élèves ;
- les travaux des élèves ;
- un entretien ante séquence avec l'enseignant pour recueillir des données sur l'organisation et le déroulement prévus ainsi qu'un entretien

post séquence pour connaître son point de vue sur la manière dont les séances se sont déroulées. Ces données nous servent également à confirmer les points de vue de l'enseignant sur les savoirs en jeu (cf. paragr. *Analyse didactique des savoirs en jeu*) et éventuellement les inférences faites en termes d'épistémologie pratique à partir de ce qu'il se passe en classe ;

- des entretiens ante et post séquence avec chacun des élèves pour identifier leurs attentes concernant le contenu des séances et recueillir ce qu'ils pensent avoir appris et compris après la séquence ;

– les vidéos de la séquence de classe : deux caméras disposées en face et au dos du groupe élève, d'une durée de 1 h 20 pour chacune des deux séances.

Les vidéos des séances sont retranscrites en *verbatim*, puis analysées en prenant en compte les évolutions importantes ou plus locales d'une ou plusieurs dimensions de l'action didactique. Elles sont alors structurées selon différents niveaux. Au-delà des niveaux macroscopique, mésoscopique et microscopique habituellement utilisés dans ce genre d'analyse, l'étude réalisée par Tiberghien et Venturini (2015) montre l'intérêt de travailler à un niveau intermédiaire d'une durée de 1 à 5 minutes entre le niveau mésoscopique à l'échelle de 10 à 20 minutes et le niveau microscopique de l'ordre de quelques secondes. Aussi, nous avons tout d'abord structuré la séance au niveau mésoscopique en jeux de 13 à 20 minutes, déterminés à partir d'évolutions importantes du contrat, du milieu et/ou des enjeux de savoir. Chacun de ces jeux a ensuite été découpé en épisodes à l'échelle intermédiaire de 1 à 5 minutes à partir d'une variation locale de l'enjeu de savoir et de la manière dont celui-ci est traité.

Nous analysons les *verbatim* à ces différents niveaux en réalisant des va et vient entre l'ensemble des échelles (macroscopique, mésoscopique, intermédiaire et microscopique) au regard des descripteurs de la TACD. Nous formalisons ces explorations au niveau intermédiaire pour produire ensuite les analyses au niveau mésoscopique des jeux. Ainsi, nous réalisons une narration¹⁸ didactique de chaque jeu, centrée sur les savoirs et leur évolution, et nous caractérisons les dynamiques des genèses à l'œuvre et les formats de régulations de l'enseignant. Ces caractéristiques (quels élèves font ou non avancer le savoir, qu'apportent différents élèves dans le milieu...) sont ensuite mises en relation avec les

idéaux-types, et permettent d'apporter des éléments de réponse à la possibilité que le rapport aux savoirs des élèves soit un déterminant de l'action conjointe (cf. première question de recherche). De même, nous réalisons des inférences à partir des caractéristiques des pratiques d'enseignement observées afin d'expliquer de manière hypothétique en quoi les pratiques sont susceptibles ou non de faire évoluer les rapports aux savoirs idéaux-typiques (cf. deuxième question de recherche).

PRÉSENTATION DE LA SÉANCE ET COMMENTAIRES ASSOCIÉS

Présentation du contexte de la séance étudiée

À l'issue de la séance précédant celle que nous étudions, les élèves disposent d'un schéma reliant l'augmentation des débits cardiaque et ventilatoire à l'augmentation de l'énergie disponible pour le travail musculaire en relation avec l'accroissement des consommations de dioxygène et nutriments du repos à l'effort.

L'enseignant prévoit, sur sa fiche de préparation, de poursuivre son enseignement par l'étude de « l'organisation anatomique et les apports privilégiés de O₂ et de nutriments aux muscles actifs » et précise ce choix lors d'un entretien ante séance : « ...donc si je reviens à ma préparation de ma séance hein et son objectif, c'est de comprendre qu'il y a des mécanismes qui vont permettre d'approvisionner de façon privilégiée les muscles qui en ont le plus besoin ». Ainsi, plutôt que l'idée d'un réapprovisionnement¹⁹, l'objectif majeur est celui d'un approvisionnement privilégié en lien avec les termes du programme. Or, nous avons relevé cette ambiguïté dans la formulation et de fait le problème semble mal cerné.

Il s'agit alors de deux séances d'une durée d'environ 1 h 20 chacune servant à la réalisation de cet objectif. Nous présentons dans Tableau 1 un résumé des différentes tâches données aux élèves au cours de ces deux séances.

Tableau 1.
Présentation des tâches données aux élèves

	TACHES des élèves	
SEANCE 1	1	Trier des données pour valider ou réfuter de manière inductive deux hypothèses (collectif) [cf. Figure 1. Fiche 1. Tâche 1]
	2	Compléter un schéma de circulation sanguine en série par un circuit en dérivation afin que deux organes reçoivent du sang de même concentration en dioxygène (individuel puis par groupe de 4 puis mise en commun) [cf. Figure 1. Fiche 1. Tâche 2]
	3	Disséquer un cœur pour vérifier la présence de valvules responsables du sens unique de circulation sanguine (par binôme)
	4	Compléter un schéma de cœur afin d'y situer les valvules observées sur la dissection (par binôme puis par groupe de 4 puis mise en commun)
SEANCE 2	1	Valider ou invalider les modèles d'organisation intracardiaque réalisés à la séance précédente (collectif)
	2	Trier des données pour compléter un schéma de circulation sanguine au niveau des capillaires d'un organe au repos et en activité et rédiger un texte explicatif pour répondre enfin au réapprovisionnement des muscles en activité (individuel)
	3	Construire la trace écrite (collectif)

Dans cet article, nous avons choisi de n'illustrer l'analyse qu'à partir d'extraits des deux premières tâches pour faciliter la contextualisation et la lecture des propos tenus, les résultats présentés étant valides sur la suite des séances observées.

Comme nous pouvons le voir Fiche 1, les élèves ont deux tâches consécutives à réaliser.

Figure 1.

Fiche 1 : documents distribués aux élèves lors des deux premières tâches

Tâche 1 : Activité préparatoire :

1. L'activité physique s'accompagne d'une augmentation des débits cardiaques et respiratoires.
2. Ces augmentations sont une réponse de l'organisme à l'augmentation des besoins des muscles actifs nécessaire pour produire l'énergie utile à sa contraction.
3. Ces augmentations devant profiter préférentiellement aux muscles actifs.

4. A partir des informations tirées des documents, confronter les deux hypothèses proposées aux résultats des mesures réalisées au repos et à l'effort.

5. Rappels de collège sur l'origine de l'énergie nécessaire au fonctionnement des organes :

6. Deux hypothèses proposées pour répondre à l'augmentation des besoins des muscles actifs

- Hypothèse 1 = plus de sang est apporté aux muscles actifs ou/et
- Hypothèse 2 = un sang plus riche en O₂ et nutriments est apporté aux muscles actifs.

Document 1 : Teneur en O₂ du sang entrant et sortant d'un organe d'un sujet au repos (pour 100 ml de sang)

organe	sang entrant	sang sortant
Muscle	20 ml	16 ml
Rein	20 ml	17 ml
Intestin	20 ml	16 ml

Teneur en O₂ du sang entrant et sortant d'un organe d'un sujet à l'effort (pour 100 ml de sang)

organe	sang entrant	sang sortant
Muscle	20 ml	2 ml
Rein	20 ml	17 ml
Intestin	20 ml	16 ml

Document 2 : Débits sanguins traversant différents organes au repos et au cours d'un effort prolongé (jogging). Le débit sanguin dans un organe est égal au volume de sang qui traverse cet organe en 1 minute

Organe	Repos	Effort
Cerveau	750	750
Poumons	5 800	17 500
Myocarde (muscle cardiaque)	250	750
Organes abdominaux (ex : intestin)	1400	600
Reins	1 100	600
Muscles	1 200	12 500
Peau	500	1 900
Reste du corps	600	400

Tâche 2 : Schéma à compléter

Dans la première tâche, préparée hors la classe, les élèves doivent « confronter » deux hypothèses proposées au regard de « résultats de mesures ». Nous distinguons dans la situation proposée plusieurs parties consécutives :

- le rappel des savoirs issus des séances précédentes (cf. 1 et 2) qui contextualise le problème auquel s'ajoute une ligne (cf. 3) annonçant l'augmentation préférentielle de l'approvisionnement aux muscles actifs, enjeu de la séquence au vu du programme officiel, porteuse dès le départ de l'ambiguïté déjà signalée ;
- la consigne (cf. 4) : hypothèses à « confronter » en fonction des données des documents 1 et 2 ;
- des rappels du collège (cf. 5) ;
- la formulation des hypothèses « à confronter » (cf. 6) ;

– deux documents avec des données sans indication d'ordre de leur traitement ou d'orientation dans leur lecture.

Dans la deuxième tâche, il s'agit de légender le schéma à la suite des conclusions issues de la tâche précédente. D'après la fiche de préparation de l'enseignant, les élèves doivent « proposer un modèle de la circulation sanguine intégrant l'ensemble des données et qui permette de comprendre comment les organes sont approvisionnés en O₂ de manière équivalente malgré leur consommation différente à l'effort ». L'aspect « préférentiel²⁰ » n'est pas explicite et l'ambiguïté persiste dans le problème à résoudre. Le modèle à construire s'appuie sur une représentation partielle d'un schéma de circulation pulmonaire. Les élèves doivent articuler dans cette représentation les éléments de savoir qui viennent d'être établis lors de la réfutation de l'hypothèse 2 « un sang plus riche en O₂ et nutriments est apporté aux muscles actifs » qui devient « les organes sont approvisionnés de manière équivalente » et un « ensemble de données » dont les liens avec les hypothèses ne sont pas précisés.

L'enseignant a donc choisi de faire travailler les élèves sur l'extraction et l'organisation des informations à partir de données rassemblées dans des tableaux (cf. Tâche 1, documents 1 et 2) afin de valider et/ou réfuter deux hypothèses.

Pour comprendre l'organisation et le fonctionnement cardio-vasculaire, l'enseignant propose aux élèves de modéliser la circulation sanguine à partir d'un schéma à compléter. Ainsi, la modélisation apparaît également comme un objectif important dans cette séance. En effet, « ils [les élèves] doivent modéliser sur des acquis qu'on n'a pas rétablis donc vraiment des acquis ; on repart sur ce qu'il reste et puis modéliser à partir de ce qu'ils vont avoir vu » précise l'enseignant lors de l'entretien ante séance.

Même si, nous le rappelons, l'idée d'une éducation à la santé en vue de pratiquer un exercice physique dans des conditions compatibles avec la santé est importante, l'enseignant n'y fait aucune allusion ni au cours de l'entretien ni sur sa fiche de préparation. Il envisage de construire avec les élèves les bases de l'organisation du système cardio-vasculaire sans lien direct avec son « bon fonctionnement ». Il choisit ainsi de s'appuyer sur les points de vue « fonction de nutrition » et « biophysique » pour construire les savoirs relatifs à ces séances.

En revanche, en accord avec les instructions officielles, l'enseignant introduit chacune des deux

tâches étudiées par une question. Ainsi, extraire et organiser des informations permet de répondre à la question de l'augmentation des « besoins » des muscles actifs et modéliser celle de l'apport équivalent en dioxygène sanguin à tous les organes. L'utilisation de « besoins » et d'apport « équivalent » à la place de consommation²¹ et d'apport adapté laisse subsister l'ambiguïté²² relative au problème à résoudre. Si la première question s'inscrit directement dans la thématique officielle, il n'en est pas de même pour la seconde qui relève du choix de l'enseignant lors de la construction de liens entre les questions traitées. L'enseignant prépare ses activités avec soin et avec le souci que l'action soit bien adressée, « je suis plus dans la recherche du document clair, simple mais pas simpliste ce qui n'est pas toujours évident, parce que si on prend le document un peu brut [...] quand même souvent c'est complexe. [...] il y a les ressources plus ou moins officielles²³ [...] qui quand même sont assez fiables parce que les manuels... faut pas rêver, c'est plus pour donner des idées et après ben il faut se l'approprier et puis voir ce que tu en fais » (entretien ante-séance). Nous réalisons une analyse *a priori* des tâches 1 et 2 afin d'avoir des points de repère pour mieux saisir le déroulement de l'action didactique *in situ*.

Analyse *a priori* des tâches 1 et 2 de la séance 1

Lors de cette analyse nous relevons dans les deux tâches un certain nombre de similitudes qui nous servent de points de repère pour mieux comprendre l'action didactique. Ainsi, nous examinons tout d'abord les implicites des tâches puis le niveau de conceptualisation en jeu dans les activités et enfin la lecture des documents qui risque d'être compliquée pour les élèves.

Des implicites pourtant nécessaires à la réalisation de la tâche

Tâche 1 : une démarche implicite

La tâche consiste à mettre en relation les augmentations des débits cardiaques et respiratoires et la consommation accrue d'énergie par les muscles actifs en utilisant les documents 1 et 2. Dans la consigne, l'enseignant demande aux élèves de confronter

les deux hypothèses proposées aux résultats des mesures présentés dans ces documents. Or, les élèves ont habituellement à valider ou invalider une seule hypothèse, ce qui laisse dans l'implicite ce que signifie « confronter deux hypothèses », sur le fait que cela renvoie à l'identification d'un ou plusieurs liens ou oppositions entre les données et chacune des hypothèses. De plus, la manière de procéder n'est pas explicite, rien n'est dit sur la nécessité d'utiliser les prédictions associées aux hypothèses pour les comparer aux données et éventuellement dégager des contradictions ou une confirmation. De même, la formulation « à partir des informations » rajoute de l'ambiguïté à l'implicite puisqu'elle pourrait laisser croire à un fonctionnement inductif et introduit ainsi de la confusion en l'absence de lien explicite entre les données et les hypothèses.

Tâche 2 : des savoirs à mobiliser implicites

Pour réaliser correctement cette tâche, les élèves doivent avoir dépassé les obstacles que l'analyse didactique a déjà pointés (par exemple : système de circulation clos, endigué à sens unique...). Or les savoirs correspondants ont été construits à l'issue de nombreuses études comme en témoignent les travaux d'Harvey²⁴ conduisant à l'idée d'un système clos à sens de circulation unique ou ceux de Claude Bernard (1875) sur la distribution sanguine de dioxygène et de nutriments aux organes. Nous rappelons que l'enseignant précise lors de l'entretien ante-séance que les élèves « doivent modéliser sur des acquis qu'on n'a pas rétablis, donc vraiment des acquis, on repart sur ce qu'il reste et puis modéliser à partir de ce qu'ils vont avoir vu ». Or, en l'absence de ces rappels, la nécessité de mobiliser ces savoirs est implicite et cette mobilisation s'avérera probablement difficile pour les élèves les plus en difficulté. D'ailleurs, pour anticiper cette éventuelle difficulté, il prévoit une organisation en binôme « donc par deux c'est parce que bon dans la mesure en plus où là ça va être la partie un peu sur les acquis, vu que souvent il ne reste pas grand-chose, ça peut aider à faire revenir à la surface un certain nombre de choses ».

Le choix d'une conceptualisation mécaniste du fonctionnement de l'organisme

Tâche 1 : des processus complexes réduits à une réponse mécaniste

L'approvisionnement des muscles actifs en dioxygène et nutriments met en jeu des processus complexes, liés en particulier aux régulations par rétroactions, que l'activité telle qu'elle est proposée ne permet pas de formaliser. Au contraire, elle n'autorise qu'une formalisation mécaniste de niveau de conceptualisation minimal²⁵. En effet, au vu des termes utilisés « réponse de l'organisme à l'augmentation des besoins des muscles actifs », apparaît une description stimulus / réponse du fonctionnement de l'organisme et donc une modélisation simpliste. Or, les processus en jeu couvrent des consommations accrues de muscles actifs, ce qui repose sur des mécanismes complexes d'adaptations fines de l'organisme. En proposant cette tâche, l'enseignant semble donc avoir opté pour un niveau de conceptualisation minimal²⁶ pour les élèves au regard de modèles plus ambitieux sous-jacents à cette étude. En effet, par exemple, il n'a pas prévu d'établir de lien avec des modèles comme celui de la régulation nerveuse de la pression artérielle dont pourtant la construction, selon les programmes, clôt cette thématique (cf. MEN, 2010, p. 13).

Tâche 2 : l'approvisionnement des muscles résolu au seul niveau anatomique

Dans la situation de la tâche 1, l'hypothèse 1, « plus de sang est apporté aux muscles actifs », est celle qui sera validée. Il s'agit de « comprendre comment cela est possible » et pour cela « il faut étudier l'organisation anatomique de l'appareil cardio-vasculaire ». L'enseignant choisit²⁷ ainsi d'étudier dans un premier temps l'organisation anatomique afin de répondre, dans un deuxième temps à l'apport privilégié des muscles en dioxygène et nutriments. Cette rupture dans l'avancée de la résolution du problème peut s'expliquer par le choix de l'enseignant de procéder par étapes dans la conceptualisation puisque nous voyons qu'il a prévu tout d'abord lors de cette tâche, de faire travailler les élèves sur la question du réapprovisionnement et de ne résoudre le problème de l'apport privilégié qu'en fin de séquence (cf. Tableau 1, séance 2). D'ailleurs,

il déclare dans l'entretien ante-séance : « parce qu'à la fin de la première séance ce sera pas résolu ».

Une lecture problématique des documents

Tâche 1 : des hypothèses relevant de points de vue différents

L'enseignant soumet aux élèves deux hypothèses en réponse à la question de « l'augmentation des besoins des muscles actifs » (cf. Fiche 1, ligne 6) : la première propose un apport plus important de sang et la seconde un apport de sang plus riche en dioxygène et nutriments. Ainsi, elles renvoient à deux points de vue différents, biophysique pour la première, lié à la fonction de nutrition pour la seconde (cf. paragr. *Analyse didactique des savoirs en jeu*). Ces deux modèles ne sont pas en opposition et peuvent se compléter, ce qui justifie le « et/ou » entre les deux propositions (cf. Fiche 1, ligne 6). Mais ces deux points de vue sont implicites et la lecture de l'articulation entre les hypothèses qui ne s'excluent pas l'une l'autre risque d'être problématique pour les élèves.

Tâche 1 : des données difficiles à trier et à sélectionner

La consigne « À partir des informations tirées des documents... » (cf. Fiche 1, ligne 4) laisse supposer un fonctionnement inductif nécessitant d'abord le choix des données à utiliser qui est à la charge des élèves. Or ils ont à leur disposition des données qui ne sont pas toutes utiles à la résolution de l'exercice. En effet, l'élève dispose dans le document 1 de données relatives à des teneurs en dioxygène dans du sang veineux et dans du sang artériel. Ces valeurs sont présentées sous forme de deux tableaux relatifs à deux situations : au repos et à l'effort. Les données sur la teneur en dioxygène du sang veineux ne sont pas utiles ici et risquent de conforter les élèves dans ce qu'ils savent déjà : les muscles consomment davantage de dioxygène à l'effort qu'au repos. De même, les valeurs présentées sans unité dans le document 2 font état de débits sanguins traversant différents organes dont les muscles au repos et à l'effort. Les valeurs pour les poumons qui ont un statut spécial (elles correspondent à la somme de tous les autres débits) ainsi que les moyennes présentées pour les autres organes complexifient le tri des

données. Les élèves doivent seuls (nous rappelons que cette activité à l'origine doit se passer hors la classe), trier les données et choisir parmi elles pour en tirer des conclusions en accord ou pas avec les hypothèses proposées. Dans tous les cas, les élèves vont rencontrer des difficultés pour sélectionner les données utiles à la résolution et les articuler avec les hypothèses : le document 1 permet de réfuter l'hypothèse 2 et le document 2 de valider l'hypothèse 1²⁸. Seule une démarche utilisant la fonction prédictive des deux modèles proposés en tant qu'hypothèses, laissée dans l'implicite par la consigne, permettrait de sélectionner les données utiles à la résolution du problème posé.

Tâche 2 : des règles de codage à déchiffrer

Le schéma à compléter (cf. Fiche 1, tâche 2) est présenté avec deux couleurs, rouge et bleu, et des flèches de circulation à l'intérieur des vaisseaux sanguins. Cela suppose que les élèves doivent être au fait du codage des couleurs utilisé pour représenter un sang plus ou moins oxygéné, rouge et bleu dans ce cas et des flèches indiquant le sens de circulation du sang.

Finalement, au regard de nos questions de recherche, cette analyse semble montrer que les tâches proposées présentent un certain nombre de difficultés, liées notamment aux implicites et aux lectures problématiques, susceptibles d'entrer en résonance avec les rapports des élèves aux savoirs des SVT et leur évolution et ainsi qu'avec leurs pratiques d'étude. De plus, le choix de l'enseignant de faire travailler les élèves selon une conception mécaniste du fonctionnement de l'organisme peut, peut-être, s'expliquer par son souci de rendre les tâches plus accessibles aux élèves les moins mobilisés, ce qui pourrait laisser penser que sa connaissance implicite des rapports aux savoirs détermine en partie sa préparation de la séquence. En effet, il exprime quelques inquiétudes pour certains d'entre eux dans l'entretien ante-séance : « donc en principe ça devrait euh ça devrait passer, mais pas avec y a des élèves euh... non on verra mais globalement globalement ça devrait passer ».

La présentation de la séance ainsi que les analyses préalables à l'étude étant effectuées, nous présentons les résultats obtenus à partir des bilans de savoirs et des entretiens concernant l'association des élèves observés aux différents idéaux-types puis ceux liés aux observations en classe décrivant les pratiques

d'étude et d'enseignement ainsi que les déterminants professoraux inférés des pratiques. Nous terminons par une conclusion qui nous permettra de répondre explicitement à nos questions de recherche sur les relations entre les rapports aux savoirs idéaux-typiques des élèves et les pratiques d'étude et d'enseignement.

RÉSULTATS

Association des élèves de la demi-classe observée à un des rapports aux savoirs idéaux-typiques préalablement construits

Nous appliquons la méthode construite lors des recherches précédentes (cf. Venturini & Cappiello, 2009 ; Cappiello & Venturini, 2015) et résumée dans la méthodologie, aux 34 élèves de la classe qui ont ainsi pu être associés à chacun des cinq idéaux-types déjà élaborés. Nous présentons ci-dessous la répartition²⁹ de l'ensemble des élèves selon les idéaux-types en lien avec leur degré de mobilisation.

Tableau 2.
Répartition des idéaux-types associés à des degrés de mobilisation

Idéaux-Types IT	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5
Types de mobilisation	Mobilisation forte sur les savoirs des SVT Les processus mobilisateurs de la sphère scolaire et de la sphère socio-familiale sont en résonnance et se renforcent	Mobilisation significative sur les savoirs des SVT Les processus mobilisateurs dans la sphère scolaire n'ont pas d'écho dans la sphère socio-familiale.	Mobilisation sur les SVT* pour des raisons personnelles Les processus mobilisateurs sont liés à une demande d'informations peu finalisée et très générale sur le fonctionnement du corps et de l'environnement.	Mobilisation sur les SVT pour des raisons utilitaires Les processus mobilisateurs sont liés à une mobilisation à des fins principalement utilitaires (études et métiers).	Pas de mobilisation sur la discipline ou sur les savoirs de la discipline
Nombre d'élèves de la classe associés	5	4	6	6	13
Nombre d'élèves de la demi-classe observée	2	2	3	4	6
Pseudonymes des élèves de la demi-classe observée dans l'étude	ETIE AUDR	LENA MARI	CORE CAMI ANTO	MAEV EMIL MAEL THIB	LABO LABA LARF ALIS MAXI COLI

* Les élèves affirment l'importance et l'intérêt pour eux des SVT sans pour autant se mobiliser dans l'apprentissage des savoirs correspondants.

Observation des pratiques d'étude et d'enseignement

Description des pratiques observées

En reprenant l'idée de modéliser l'action didactique par des jeux didactiques, nous structurons la première séance observée en jeux. Nous rappelons que pour la clarté³⁰ de la présentation, nous centrons ici nos propos sur les deux premières tâches données aux élèves, associées aux deux premiers jeux dont nous proposons maintenant l'analyse.

Tableau 3.
Présentation des jeux observés lors de la séance 1

Jeu	Durée en minutes	Intitulé du jeu
1	14:16	Trier et sélectionner des données pour valider ou réfuter deux hypothèses
2	17:50	Compléter un schéma de circulation sanguine en série* par un circuit en dérivation**

* La circulation sanguine pulmonaire et la circulation générale sont placées en série, c'est-à-dire que tout le sang qui passe dans les poumons passe dans le circuit général.

** Les organes sont disposés en parallèle, en analogie avec un circuit électrique, ainsi chacun d'entre eux ne reçoit qu'une partie du sang de la circulation générale.

Ces jeux sont séquencés en « épisodes » à une échelle de 1 à 5 minutes, épisodes dont les analyses ont servi de support pour l'analyse des jeux. Nous présentons successivement pour chacun des deux jeux, leur structuration en épisodes, leur déroulement sous forme de « narration didactique ». Nous décrivons ensuite l'analyse des deux jeux à l'aide des descripteurs de la TACD en présentant les résultats de manière à mettre en évidence des similitudes dans les pratiques observées. Nous terminons avec une synthèse de ces pratiques et un tableau récapitulatif préparatoire aux réponses à nos questions de recherche. L'action observée de l'enseignant nous permet aussi d'inférer quelques déterminants professoraux étayés par le contenu des entretiens. Nous évoquons à la suite ces déterminants dans la mesure où ils sont susceptibles d'éclairer nos résultats.

Jeu 1 : Trier et sélectionner des données pour valider ou réfuter de manière inductive deux hypothèses

Structuration du jeu

Tableau 4.

Présentation des épisodes du jeu 1

N ^o	Durée	Titre de l'épisode
1	0:50	Rappel des règles du jeu par l'enseignant
2	1:11	Lecture de l'énoncé de l'exercice par un élève
3	0:33	Expression de l'incompréhension des élèves
4	1:33	Régulation de l'enseignant
5	1:47	Tentatives infructueuses des élèves pour jouer le jeu et régulation de l'enseignant
6	1:40	Validation par l'enseignant de l'hypothèse 1
7	2:38	Réfutation par l'enseignant de l'hypothèse 2
8	4:04	Institutionnalisation des savoirs par l'enseignant

Narration didactique

Si au départ il s'agissait de corriger de manière collective une activité faite à la maison concernant la mise en relation des données avec deux hypothèses proposées pour tester leur validité respective, le jeu consiste finalement à effectuer cette mise en relation en classe, la majorité des élèves n'ayant pu

la réaliser chez eux. Ces derniers ont à choisir les données nécessaires au sein de tableaux de résultats de mesures sanguines d'organes au repos et en activité. Devant l'incompréhension des élèves associés à l'Idéal-Type (IT) 5, à la fois sur ce qui est attendu et sur la manière d'y parvenir, l'enseignant rappelle à plusieurs reprises la nécessité pour jouer le jeu de mettre en relation les données avec les hypothèses. Il s'appuie ensuite sur les réponses proposées par des élèves associés à l'IT 2 pour formuler le raisonnement mobilisant les données qui permettent de valider de manière inductive l'hypothèse 1 selon laquelle un muscle en activité reçoit davantage de sang qu'un muscle au repos couvrant ainsi sa consommation accrue d'énergie lors d'un exercice physique. De la même manière, en s'appuyant sur les réponses des élèves associés à l'IT 1 et l'IT 2 il réfute l'hypothèse 2 proposant un apport de sang plus riche en dioxygène et nutriments aux muscles actifs. Les savoirs sont alors institutionnalisés par l'enseignant à partir d'un ensemble de questions fermées mettant en jeu tous les élèves de la classe.

Jeu 2 : Compléter un schéma de circulation sanguine en série par un circuit en dérivation

Structuration du jeu

Tableau 5.

Présentation des épisodes du jeu 2

N ^o	Durée	Titre de l'épisode
1	2:10	Glissement d'un problème d'approvisionnement en dioxygène des muscles actifs à une question de vaisseaux apportant le sang aux organes
2	2:05	Précisions sur les règles du jeu
3	4:06	Incompréhensions des élèves et glissement d'une activité de conceptualisation à celle de la réalisation individuelle d'un schéma de circulation sanguine
4	6:29	Elaboration par groupe d'élèves d'un modèle de circulation sanguine à partir des schémas individuels
5	1:12	Enonciation par l'enseignant des critères pour gagner au jeu en s'appuyant sur les travaux de groupe
6	1:48	Institutionnalisation du circuit en dérivation en complément du circuit en série

Narration didactique

L'enseignant fait le lien avec l'activité précédente et présente la tâche à réaliser dans ce jeu. Il s'agit de résoudre le problème du réapprovisionnement en dioxygène des muscles actifs, or lors de la reformulation de la consigne, l'enseignant recentre le problème sur une question de vaisseaux apportant le sang aux organes. L'enseignant précise, en présentant le document à compléter, ce qui est attendu : les élèves doivent compléter individuellement un schéma de circulation sanguine sur lequel seule la circulation en série est représentée, en respectant la contrainte de distribuer un sang de teneur équivalente en dioxygène à deux organes dont le muscle en activité, au regard de l'hypothèse qui a été réfutée dans le jeu précédent, sans autre explication sur l'enjeu du jeu. Seules quelques règles de codage pour la schématisation sont rappelées par l'enseignant qui mentionne également que le système sanguin est clos et canalisé. Les élèves associés à l'IT 4 et l'IT 5 ne comprennent pas comment ils doivent jouer pour gagner au jeu et demandent des explications à l'enseignant qui continue à glisser d'une activité de conceptualisation liée aux hypothèses validée et réfutée dans le jeu 1 à celle de la réalisation d'un schéma rendant compte d'une distribution de sang à deux organes. Les élèves doivent ensuite discuter par quatre de leurs modèles afin de produire un seul schéma par groupe. Lors de la mise en commun des modèles produits par les différents groupes, l'enseignant, en vidéo-projetant les schémas de groupe, énonce les critères de réussite du jeu (la présence de deux organes ; le circuit est fermé ; chacun des deux organes reçoit un sang de même qualité) sans aucune autre explicitation. Trois groupes sur quatre ont réussi la tâche et l'enseignant institutionnalise le circuit en dérivation en complément du circuit en série.

Analyse des deux jeux à l'aide des descripteurs de la TACD

L'enseignant définit les règles et l'enjeu du jeu sans les expliciter totalement et s'assurer de leur compréhension par les élèves qui manifestent leur difficulté à entrer dans le jeu

Comme en témoignent les propos de l'enseignant lors des épisodes 1 des deux jeux (cf. Extrait 1), l'enjeu du jeu 1 est d'établir que lors d'un exercice

physique, davantage de sang est apporté aux muscles actifs et que ce sang n'est pas plus riche en dioxygène (cf. Extrait 2) et celui du jeu 2 est de comprendre comment davantage de sang peut être apporté aux muscles actifs (Extrait 3).

Figure 2.

Extrait 1³¹ : l'enseignant rappelle le contexte et annonce partiellement l'enjeu du jeu

Jeu 1. Episode 1

1. PROF 5 :--voilà / par rapport au travail que vous avez préparé en fin de compte ce sur quoi vous avez travaillé // ça concerne la nutrition de nos muscles donc je vais revenir sur le document que je vous avais donné et ça va relever donc de notre grand B / on avait vu les modifications de l'organisme en lien avec le passage du repos à l'activité or ces **modifications d'activité ben il faut les relier au fait que JUSTEMENT nos muscles sont actifs //**

Figure 3.

Extrait 2 : l'enseignant définit le savoir, enjeu du jeu

Jeu 1. Episode 8

1. PROF 94 :-- l'hypothèse 1 est juste / donc c'est l'hypothèse 1 qui est juste / donc il suffisait pas de montrer qu'il en avait une qui était fausse pour dire que l'autre est juste il fallait démontrer que // celle qui restait était effectivement d'après les données hein d'après les données elle est juste donc l'hypothèse 1 est juste / **on apporte plus de sang aux muscles quand ils sont actifs mais pas un sang plus riche en oxygène il aura la même quantité d'oxygène.** (0:16:11.6)

Figure 4.

Extrait 3 : l'enseignant définit le jeu sans explicitation

Jeu 2. Episode 1

(Min. 16.56)

1. PROF 95 :-- [...] on va chercher à expliquer comment / chercher à **comprendre comment il est possible // il est possible d'apporter plus de sang / aux muscles en activité [...]**

Le jeu 1 proposé par l'enseignant est de confronter deux hypothèses en partant des données fournies, ce qui constitue une des règles du jeu. Celle-ci porte en elle-même une contradiction mise à jour dans l'analyse *a priori*, entre d'une part, deux hypothèses qui en tant que modèles amènent tout naturellement, dans une démarche hypothético-déductive, à faire des prévisions qui sont comparées aux mesures et d'autre part, l'injonction de partir des données (cf. consigne de l'activité préparatoire p. 8) incitant l'élève à adopter une démarche inductive. Dès le départ les élèves, et plus particulièrement COLI (associée à l'IT 5) (Extrait 4. Tdp. 2 et 4), manifestent leur incompréhension de la syntaxe utilisée pour la formulation des hypothèses (et/ou), et leur difficulté à articuler deux hypothèses avec des points de vue (biophysique et nutrition) restés implicites comme nous l'avons souligné dans l'analyse *a priori*.

Figure 5.

Extrait 4 : les élèves ne comprennent pas la syntaxe utilisée pour la formulation des hypothèses

Jeu 1. Episode 3
 1. PROF 19 :--ah mais c'est parce que les hypothèses elles ne / elles peuvent être valables toutes les deux / ça peut être ou l'une ou l'autre / ou les deux
 2. COLI 20 :--ah parce que j'avais cru qu'il manquait la fin de l'hypothèse
 3. MARI 21 et LENA 21:--onais moi aussi
 4. COLI 22 :--elles étaient pas finies
 5. PROF 23 :--ah ! // non non c'est juste pour évoquer l'idée que la deuxième hypothèse elle n'exclut pas la première / **peut-être que les deux sont vraies** / (0:04:29.3)

Le jeu 2 repose, quant à lui, sur la mobilisation implicite de savoirs supposés acquis depuis l'école primaire (cf. paragr. *Analyse a priori*) et non rappelés en classe. La réponse erronée d'ALIS (associée à l'IT 5), qui propose le cœur comme organe apportant le sang aux autres organes (Extrait 5. Tdp. 2) laisse présumer pour cet élève des difficultés à venir pour gagner au jeu. En effet, la réponse d'ALIS montre clairement que cet élève ne mobilise pas correctement ces savoirs. Par ailleurs, MARI (associé à l'IT 2), CORE (associé à l'IT 3), MAEL (associé à l'IT 4) et COLI (associé à l'IT 5) ainsi que de nombreux autres élèves répondent correctement aux questions de l'enseignant (Extrait 5. Tdp. 4, 5, 6, 9).

Figure 6.

Extrait 5 : l'enseignant ne s'assure pas que les élèves aient compris l'enjeu du jeu

Jeu 2. Episode 1
 (Min. 16.56)
 1. PROF 95 :-- [...] donc nous on constate d'après le document 2 d'après le tableau (tableau des débits sanguins de quelques organes) que c'est le cas / mais c'est simplement un résultat de mesures / ça n'explique pas comment ça se fait comment ça fonctionne / or si je veux comprendre comment ça marche / ben il faut qu'on mette qu'on remette en place un petit peu enfin comment le sang est apporté à nos différents organes ? et entre autres comment il est apporté aux muscles ? / qu'est-ce qui apporte le sang aux organes ?
 (Min 18.06)
 2. ALIS 96 :-- **le cœur**
 3. PROF 97 :-- / le cœur ? c'est le cœur qui va aller apporter le sang ? /
 4. MAEL 98 :-- non c'est les tuyaux les **veines** /
 5. CORE 99 :-- **les veines**
 (plusieurs élèves réagissent pour répondre...) (on entend **vaisseaux, artères...**)
 6. MARI 100 :-- **vaisseaux**
 7. PROF 101 :-- alors quel est le rôle du cœur ? c'est les vaisseaux / mais quel est le rôle du cœur alors ?
 8. MAEL 102 :-- de le faire circuler (fait les gestes)
 9. COLI 103 :-- **de le propulser**
 10. PROF 104 :-- oui de le propulser de le mettre en mouvement [...]

Dans les deux cas, l'enseignant ne s'assure pas auprès des élèves de leur bonne compréhension de la manière de jouer pour gagner et cela malgré les difficultés exprimées par les élèves pour entrer dans le jeu. Si l'enseignant clarifie dans le jeu 2 la manière de jouer au jeu (Extrait 6) (il s'agit de compléter un

schéma pour comprendre comment on peut apporter plus de sang aux muscles), il ne le fait pas pour le jeu 1 (Extrait 4. Tdp. 5). De plus, il ajoute des règles supplémentaires dans le jeu 2 (Extrait 6), ce sang doit également être apporté à un autre organe et doit être de même qualité dans les deux cas. L'enseignant n'explicite pas les raisons pour lesquelles il introduit des règles supplémentaires, ce qui risque de rendre plus difficile la compréhension de la manière

Figure 7.

Extrait 6 : l'enseignant définit le jeu sans explicitation et sans s'assurer que les élèves aient compris l'enjeu du jeu

Jeu 2. Episode 2
 (Min. 19)
 1. PROF 104 :-- [...] donc ce que je vais vous demander / (explique tout en distribuant le document) c'est de le **compléter pour qu'on comprenne comment on peut amener / à deux organes** que j'ai pris en exemple bon évidemment le muscle hein mais en plus un autre organe comme l'intestin / **comment on peut amener ce sang à ces deux organes en respectant l'hypothèse 1 / à savoir // il va lui en amener plus mais ce sera le même pour tout le monde** // ... (Min. 19.38)

de jouer pour gagner, en tous cas pour des élèves comme ALIS.

Au regard des difficultés persistantes des élèves pour jouer le jeu, l'enseignant opère des régulations centrées sur la règle du jeu ou par glissement de l'enjeu du jeu

Devant les difficultés persistantes des élèves qui ne comprennent pas ce qu'ils doivent faire, les régulations de l'enseignant portent sur des rappels systématiques de la règle dans les deux jeux (Extrait 7). La difficulté est d'autant plus importante que nous voyons dans plusieurs extraits du jeu 1 qu'au regard des régulations de l'enseignant, qui ont un caractère injonctif dans la mesure où elles portent sur la règle du jeu, les élèves doivent s'appuyer sur le domaine empirique introduit par l'enseignant pour jouer le jeu correctement (Extrait 7).

De même, dans le jeu 2, les élèves (associés à l'IT 4 et à l'IT 5) ne comprennent pas ce qu'ils doivent faire et leurs questions ne portent pas sur la tâche elle-même (Extrait 8. Tdp. 1, 4, 6, 7) contrairement à ETIE (associé à l'IT 1) et MARI (associé à l'IT 2) (Extrait 8. Tdp. 11 et 13) qui demandent des confirmations sur la validité des critères qu'ils utilisent pour construire leur modèle. L'enseignant répète la règle du jeu, tout en recentrant l'activité sur la distribution d'un sang de qualité équivalente (Extrait 8. Tdp. 10). Il n'est plus question d'apporter plus de sang aux muscles actifs. Il y a glissement dans l'enjeu du jeu (cf. Marlot, 2009) sans explicitation, lais-

Figure 8.

Extrait 7 : régulations de l'enseignant centrées sur la règle du jeu

<p>Jeu 1. Episode 4</p> <p>1. PROF 29 :--alors ce que tu nous dis là est très intéressant / le problème c'est que ça repose sur ton / ton impression / or ça ne repose pas du tout sur les données fournies par les documents. (0 :06 :02.21)</p> <p>Jeu 1. Episode 5</p> <p>2. (0 :06 :36.3) PROF 35 :--mais est-ce que tu as des arguments dans les documents 1 et 2 qui vont dans le sens de ton idée suivant laquelle l'hypothèse 2 est juste ? [...]</p> <p>3. PROF 50 :--attention vous oubliez / vos réponses que vous me proposez elles sont différentes certes / mais très peu d'entre vous argumentent / appuient leurs réponses sur les données fournies / or les données fournies elles vous permettent justement (LENA lève la main) d'apporter des éléments allant dans le sens peut-être pas de la réponse que vous me proposez (0 :07 :49.8)</p> <p>Jeu 1. Episode 7</p> <p>4. PROF 61 :-- tu ne / tu n'appuies pas ton ton #</p> <p>5. ETIE 62 :-- d'accord</p> <p>6. PROF 63 :--ta réponse sur les données du document</p>

sant ainsi la compréhension de l'enjeu à la charge des élèves. La signification alors construite est éloignée de celle qui était visée au début du jeu. D'ailleurs, ETIE (associé à l'IT 1) et MARI (associé à l'IT 2) s'assurent qu'ils ont bien compris (Extrait 8. Tdp. 11 et 13) permettant ainsi à l'enseignant de repréciser certaines règles du jeu. Ces interventions peuvent aider les élèves moins mobilisés comme MAEV (associé à l'IT 4) et LABO (associé à l'IT 5) qui demandent confirmation de ce qu'il faut faire (Extrait 8. Tdp. 7 et 9). L'enseignant apporte également dans le milieu des savoirs supposés connus : le système sanguin est clos, le sang est canalisé (Extrait 8. Tdp. 15, 16 et 17). Nous avons pointé dans l'analyse *a priori* la difficulté de mobiliser les savoirs sous-jacents à la tâche, ce qui est confirmé par la répétition par l'enseignant du savoir concernant le système clos, canalisé.

Durant la phase de résolution du problème, l'enseignant se situe dans une position topogénétique faible laissant la responsabilité de la chronogénèse aux élèves sans qu'ils aient des éléments explicites de la règle du jeu pour avancer (Extrait 11. Tdp. 6, 9 et 11 et Extrait 12. Tdp. 4). Cependant, nous avons pointé dans l'analyse *a priori*, pour le jeu 1, la difficulté pour trier et sélectionner les données utiles à la résolution. D'ailleurs, comme le montre l'extrait 9, certains élèves, MAXI, associé à l'IT 5 et ETIE, associé à l'IT 1, soucieux de s'appuyer sur les documents (Extrait 9. Tdp. 2 et 12) émettent une conclusion erronée (Extrait 9. Tdp. 10 et 12) au vu de la question posée, témoignant ainsi de leur incapacité à choisir les données pertinentes pour gagner au jeu. De plus, lorsque MAXI tente de participer au jeu de

Figure 9.

Extrait 8 : difficultés des élèves associés à l'IT 4 et l'IT 5 pour jouer le jeu et glissement dans l'enjeu de l'approvisionnement sanguin privilégié aux muscles actifs à une distribution de qualité équivalente à deux organes

<p>Jeu 2. Episode 3</p> <p>COLI, ALIS et LABO sont associés à l'IT 5 ; MAEV est associée à l'IT 4 (0:20:28.9)</p> <p>1. COLI 107 :-- il faut le coller ou pas ?</p> <p>2. PROF 108 :-- ah oui oui vous le collez (L'enseignant s'adresse en aparté à ALIS située au fond de la classe)</p> <p>3. PROF 109 :-- tu le découpes mais c'est là où je veux que tu complètes</p> <p>4. ALIS 110 :-- ah ben oui ! on coupe là ?</p> <p>5. PROF 111 :-- ben non parce que c'est là que vous allez compléter //</p> <p>6. ALIS 112 :-- on le colle comme ça ? [...]</p> <p>7. MAEV 117 :-- on les place comme on veut ? (min. 21.26)</p> <p>8. PROF 118 :-- comme vous voulez comme vous voulez //</p> <p>LABO demande une précision (inaudible), PROF 119 répond à LABO à voix haute entendue par la classe</p> <p>9. PROF 119 :-- voilà / à vous de les mettre comme vous pensez que ça se passe (nous pouvons supposer au regard de la réponse de l'enseignant que LABO a posé le même type de question que MAEV) (min. 21.36)</p> <p>A toute la classe</p> <p>10. PROF 116 :-- voilà donc je voudrais que vous me rajoutiez là ces deux organes donc comment ces deux organes que sont muscle et intestin peuvent être approvisionnés en dioxygène / et on l'a vu de manière équivalente dans les deux cas ils reçoivent 20 millilitres de dioxygène pour 100 millilitres de sang // quelle que soit leur activité //</p> <p>[...]</p> <p>11. ETIE 121 :-- combien ? deux organes ? (min. 22.36)</p> <p>12. PROF 122 :-- deux organes le muscle un muscle et l'intestin //</p> <p>13. MARI 123 :-- en fait on complète là (min. 22.44)</p> <p>14. PROF 124 :-- voilà vous complétez //</p> <p>Jeu 2. Episode 2</p> <p>(Min. 20:26)</p> <p>15. PROF 106 :-- [...] mais en même temps il faut que ce sang il soit toujours canalisé donc essayez de voir comment vous feriez / comment vous compléteriez ce document ? allez-y</p> <p>Jeu 2. Episode 3</p> <p>(Min. 21:50)</p> <p>16. PROF 120 :-- sachant hein que le sang c'est un y a un système de circulation qui est clos c'est à dire que le sang il est toujours canalisé soit il est dans un vaisseau / soit il est dans le cœur // [...]</p> <p>(Min. 23:30)</p> <p>17. PROF 126 (s'adresse à MAEL (IT 4) mais est entendu par la classe) :-- attention c'est un circuit fermé / c'est à dire que le sang il est en circuit fermé / vous avez appris ça au collège / là euh s'il arrive là il faut bien que il aille quelque part //</p>

sa propre initiative, il n'apporte dans le milieu que des savoirs déjà connus (Extrait 9. Tdp. 1, 10 et 11). Ces extraits montrent également que les hypothèses ne servent pas de grille de lecture pour les données : en effet, rien n'est apporté par l'enseignant dans le milieu pour pallier les difficultés déjà pointées (Extrait 9. Tdp. 3, 5, 7, 9, 11 et 13) et par ailleurs, l'utilisation des hypothèses comme modèles explicatifs ne semble pas faire partie du contrat didactique alors que cela aurait pu aider les élèves. (Extrait 9. Tdp. 11 et 13).

De même dans le jeu 2, ALIS (associée à l'IT 5) ne parvient pas à jouer le jeu et sollicite l'aide de l'enseignant en aparté (Extrait 10. Tdp. 2, 4, 6, 8, 10, 12) sur ce qu'il convient de schématiser pour réussir la tâche. L'enseignant opère une régulation en modi-

Figure 10.

Extrait 9 : difficultés des élèves pour jouer le jeu en raison de leur incapacité à choisir les données utiles à défaut d'utiliser la valeur prédictive des hypothèses

<p>Jeu 1. Episode 5</p> <p>1. MAXI 32 :--moi je suis d'accord avec l'hypothèse 2 parce que un sang plus riche en O2 c'est ça sert plus aux muscles parce que le muscle enfin quand il est en activité il consomme plus d'oxygène et de nutriments (inaudible) et euh il a donc un besoin plus riche en sang et en oxygène</p> <p>[...]</p> <p>2. MAXI 36 :--ben au niveau du sang les euh dans le document 1 c'est sur le muscle quand on voit quand le sang entre il a / vingt // y a vingt millilitres et quand il sort y a que 16 millilitres ça fait quelque chose qui a été consommé #</p> <p>3. PROF 37 :--oui</p> <p>4. MAXI 38 :--dans ce sang #</p> <p>5. PROF 39 :--oui</p> <p>6. MAXI 40 :--et c'est pareil à peu près partout</p> <p>7. PROF 41 :--mais ça c'est quand il est au repos</p> <p>8. MAXI 42 :--oui</p> <p>9. PROF 43 :-- et quand il est à l'effort ?</p> <p>10. MAXI 44 :--quand il est à l'effort y en a encore plus qui est consommé</p> <p>11. PROF 45 :--oui et par rapport à l'hypothèse ? ça on le sait qu'il consomme plus (0 :07 :12)</p> <p>Jeu 1. Episode 7</p> <p>12. ETIE 68 :-- euh y en a que 16 qui sortent quand les muscles sont au repos / c'est à dire qu'ils ont consommé 4 / millilitres et en activité y en a seulement 2 donc ça veut dire qu'ils ont consommé 18 millilitres d'oxygène et donc et ça veut dire qu'ils ont juste consommé plus sur la marge qu'ils avaient</p> <p>13. PROF 69 :-- oui mais ça ne ça ne me dit pas en quoi cette hypothèse-là est juste ou pas</p>
--

fiant l'enjeu du jeu, il ne s'agit plus pour ALIS d'approvisionner de manière équivalente en dioxygène sanguin les muscles et l'intestin, mais de faire circuler le sang entre les différents organes (Extrait 10. Tdp. 1, 5, 11, 13). L'enjeu de savoir est réduit à ce que l'élève doit normalement avoir comme acquis de collège, acquis non vérifiés au début du jeu nous le rappelons. ALIS ne joue plus au même jeu que les autres élèves, l'enjeu de savoir a glissé vers un savoir

Figure 11.

Extrait 10 : glissement de l'enjeu du jeu pour un élève associé à l'IT 5 d'une distribution sanguine équivalente à une circulation sanguine entre deux organes

<p>Jeu 2. Episode 3</p> <p>1. PROF 127 (en aparté avec ALIS (IT 5) jusqu'à PROF 139) :-- voilà ce sang il va aller nourrir nos organes / il va aller les nourrir / j'ai pris deux exemples le muscle et un intestin mais j'aimerais que tu me représentes muscle et intestin comment d'après toi le sang va arriver au muscle et à l'intestin</p> <p>2. ALIS 128 :-- alors on le dessine ?</p> <p>3. PROF 129 :-- on a dit qu'on le dessinait pas hein / qu'on le représentait avec des cases hein c'est pas la peine de =</p> <p>4. ALIS 130 :-- soit c'est ici soit c'est ça</p> <p>5. PROF 131 :-- ah ça c'est vous qui voyez / il faut que le sang il circule il faut que le sang circule</p> <p>6. ALIS 132 :-- le sang il va partir</p> <p>7. PROF 133 :-- et après il revient après il revient au cœur</p> <p>8. ALIS 134 :-- il va revenir</p> <p>9. PROF 135 :-- et voilà</p> <p>10. ALIS 136 :-- il faut savoir d'où il part et où est-ce qu'il va ?</p> <p>11. PROF 137 :-- comment tu le fais circuler / il faut que le sang circule</p> <p>12. ALIS 138 :-- le muscle et l'intestin ?</p> <p>13. PROF 139 :-- oui y a deux organes à mettre</p>

supposé déjà connu.

Les élèves ont la responsabilité de la chronogénèse mais l'assument de manière différente selon l'idéal-type auquel ils sont associés

Même si tous participent à la mésogénèse, nous observons que selon l'idéal-type auquel est associé l'élève, les éléments qu'il apporte dans le milieu ne permettent pas toujours, l'avancée de la chronogénèse. En effet, dans le jeu 1, certains élèves parmi les plus mobilisés (associés à l'IT 1 et IT 2) apportent dans le milieu des éléments susceptibles de faire avancer les savoirs (Extrait 11. Tdp. 1, 3, 5, 8 et 12), alors que d'autres moins mobilisés comme MAEV (associé à l'IT 4), tentent de s'approprier ces éléments (Extrait 12. Tdp. 3) ou bien simplement les répètent tels MAXI et COLI (associés à l'IT 5) (Extrait 12. Tdp. 5, 7 et 9).

Figure 12.

Extrait 11 : avancée de la chronogénèse grâce aux élèves associés aux IT 1 et 2

<p>Jeu 1. Episode 6</p> <p>LENA et MARI sont associés à l'IT2 (mobilisation significative sur les savoirs des SVT)</p> <p>1. (0 :07 :49.8) LENA 51 :--euh pour moi l'hypothèse 1 est juste car lors d'un effort physique le débit sanguin dans un muscle augmente il passe de 1200 litres par minute c'est pas litre c'est millilitre ? =</p> <p>2. PROF 52 :--millilitre</p> <p>3. LENA 53 (acquiesce et lit sa réponse) :--millilitres par minute à 12500 millilitres par minute car celui-ci consomme plus de dioxygène / lorsque la personne est au repos et pour 100 millilitres de sang 20 millilitres rentrent et 7 millilitres en ressortent contre seulement 2 millilitres lorsque la personne fait un effort // cet écart s'explique par le fait que lors d'un effort physique le muscle consomme plus de nutriments et de dioxygène / c'est pour cette raison que notre débit respiratoire augmente / le dioxygène ainsi inspiré traverse les tissus et se retrouve dans le sang / c'est pour cela que le rythme cardiaque augmente car cela entraîne une augmentation du débit sanguin dans le cœur qui passe de 250 millilitres par minute à 750 millilitres par minute / et donc aussi une augmentation de ce même débit dans les poumons où il passe de 5800 millilitres par minute à 17500 millilitres par minute // le débit sanguin est donc plus fréquent / plus de sang est apporté aux muscles actifs comblant ainsi ses besoins en dioxygène et nutriments (0:08:59.0)</p> <p>[...]</p> <p>4. PROF 57 :--quel est l'argument qui va dans ce sens ?</p> <p>5. MARI 58 :--les débits sanguins augmentent</p> <p>6. PROF 59 :--les débits sanguins augmentent et elle nous l'a bien dit le muscle de 1200 il passe à 12500 millilitres par minute // (0 :09 :29)</p> <p>Jeu 1. Episode 7</p> <p>ETIE est associé à l'IT 1 (forte mobilisation sur les savoirs des SVT)</p> <p>7. PROF 69 :-- oui mais ça ne ça ne me dit pas en quoi cette hypothèse-là est juste ou pas</p> <p>8. ETIE 70 :-- ben le sang il a toujours la même teneur en # (nous supposons au regard de la réponse de PROF 71, que ETIE interrompu par l'enseignant, voulait parler de la teneur en dioxygène)</p> <p>9. PROF 71 :-- ah ben prouve moi le / prouve le nous / prouve le que effectivement le sang qui arrive aux muscles / quelle que soit la situation a toujours la même quantité de dioxygène (MARI lève la main)</p> <p>10. MARI 72 :-- parce que c'est écrit</p> <p>11. PROF 73 :-- ah ben c'est écrit oui mais il faut il faut que vous que vous me disiez à quel endroit c'est écrit parce que moi euh =</p> <p>12. MARI 74 :-- dans le document 2</p>

Extrait 12 : des élèves non mobilisés sur les savoirs des SVT (associés aux IT 4 et IT 5) s'approprient ou répètent les savoirs amenés par d'autres dans le milieu

Dans le jeu 2, l'activité se poursuit avec la discussion par groupe de quatre élèves afin de proposer un modèle commun sur transparent. Les groupes ne sont pas faits par l'enseignant. Ainsi, nous observons quatre groupes³² que nous nommons par souci de lisibilité (entre parenthèses, le nombre d'élèves associés) : G1 constitué d'élèves associés aux IT 1 (un), IT 2 (deux) et IT 3 (un) ; G2 : élèves associés à l'IT 1 (un), l'IT 3 (un) et l'IT 5 (deux) ; G3 : élèves associés à l'IT 4 (deux) et l'IT 5 (un) ; G4 : élèves associés à l'IT 4 (un) et l'IT 5 (trois). Nous constatons que la composition de ces groupes n'est pas homogène en termes d'idéaux-types ; par exemple G1 comporte des élèves fortement mobilisés alors que G4 montre une majorité d'élèves non mobilisés. Le groupe G3, demande à l'enseignant de valider un des trois modèles personnels (Extrait 13. Tdp. 1, 3, 7, 9) sans référence aux critères qui pourraient le justifier montrant ainsi que les individus n'ont ni les outils ni l'autonomie nécessaires pour construire ensemble un modèle et que des incompréhensions sur les critères de réussite au jeu persistent.

Extrait 13 : les élèves associés à l'IT 1 et à l'IT 4 n'assument pas la chronogenèse de la même manière

Alors qu'ETIE (associé à l'IT 1) (Extrait 13. Tdp. 5) demande de vérifier les critères que les individus du groupe utilisent pour construire un modèle commun, CORE (associé à l'IT 3) est très en retrait et laisse faire les trois autres partenaires (Extrait 14. Tdp. 16).

Extrait 14 : discussion à l'intérieur de G1 pour construire ensemble un modèle commun montrant le rôle prépondérant d'ETIE associé à l'IT 1

Mais quelques soient les questions, l'enseignant ne régle pas sur le plan conceptuel et renvoie systématiquement et de manière évasive à la discussion entre pairs (Extrait 13. Tdp. 2, 4, 6, 8, 10, 11). Ainsi, durant cette phase, les élèves sont mis en position d'assumer la responsabilité de faire avancer les

savoirs, mais tous ne l'assument pas, d'autant que les régulations de l'enseignant ne les aident pas à gagner au jeu.

L'enseignant institutionnalise les savoirs sans s'assurer que les élèves aient gagné au jeu ou même aient compris comment gagner

À la fin de chacun des jeux, l'enseignant va alors institutionnaliser les savoirs en occupant une position topogénétique forte. Dans le jeu 1, il dicte (Extrait 15. Tdp. 1, 2 et 7) en posant des questions fermées (Extrait 15. Tdp. 2, 4, 8 et 10), en appuyant l'argumentation de son discours sur les données à utiliser (Extrait 15. Tdp. 2, 8 et 12). L'avancée chronogénétique est rapide au regard des épisodes précédents pendant lesquels les savoirs ont peu progressé. L'hypothèse 1 est institutionnalisée comme « juste » (Extrait 15. Tdp. 12) alors que l'hypothèse 2 est « fausse » (Extrait 15. Tdp. 4 et 6) sans que l'on sache jusqu'où cette validation par induction est effectivement identifiée comme pertinente dans la classe. En effet, aucune explicitation sur la manière dont les données adéquates ont été choisies pour y parvenir n'est introduite dans le milieu. Nous avons pointé dans l'analyse *a priori* la difficulté de lecture et de tri des données. En conséquence, nous pouvons penser que certains élèves ont gagné au jeu mais probablement qu'une bonne partie n'a pas gagné comme en témoignent les questions de MAEV (associée à l'IT 4) et ALIS (associée à l'IT 5) (Extrait 15. Tdp. 1 et 7).

Dans le jeu 2, l'enseignant, en s'appuyant sur les transparents réalisés par chacun des groupes, énonce un à un les critères de validation du modèle et éclaire de ce fait les éléments de savoir à prendre en compte pour réussir (Extrait 16. Tdp. 1, 3, 5, 7, 9, 15) en s'appuyant sur la participation de quelques élèves sollicités par des questions fermées (Extrait 16. Tdp. 2, 4, 6, 10, 16). MARI (associé à l'IT 2) (Extrait 16. Tdp. 2, 4, 6) répond rapidement aux questions fermées, CORE (IT 3) (Extrait 16. Tdp. 10) apporte un savoir nouveau dans le milieu (circuit en dérivation) alors que MAEL (IT 4) et ALIS (IT 5) qui reprend ce qu'a dit MAEL répondent en termes de « tuyaux » (Extrait 16. Tdp. 8, 18). Toutefois, aucune explicitation sur les procédures à utiliser pour construire le « bon » modèle n'est formulée alors que l'analyse *a priori* a montré que les savoirs à mobiliser sont implicites dans ce jeu et que l'enseignant a émis au cours de l'entretien ante séance quelques inquiétudes au sujet de la réussite

des élèves plus en difficulté. La chronogénèse repose sur l'enseignant qui valide le « bon » modèle sans s'assurer que les auteurs du seul modèle³³ invalidé aient compris les raisons de ces choix. Le modèle invalidé est celui du groupe G4 constitué, nous le rappelons, d'une majorité d'élèves associés à l'IT 5 dont MAEL (Extrait 16. Tdp. 8) fait partie. Ce groupe n'a d'ailleurs posé aucune question à l'enseignant durant la phase de réalisation du transparent. La réflexion de l'enseignant (Extrait 16. Tdp. 19) à l'encontre d'ALIS : « ce que toi tu avais proposé y avait un souci » permet de penser qu'ALIS avait réalisé individuellement le même modèle que le groupe G4. Mais si nous rappelons que cet élève avait comme enjeu du jeu « il faut que le sang circule » (Extrait 10. Tdp. 5 et 11), le jeu est gagné. L'institutionnalisation des savoirs ne porte pas sur les mêmes objets pour cet élève.

Figure 16.

Extrait 3 : l'enseignant institutionnalise l'hypothèse 1 comme étant « juste » et l'hypothèse 2 « fausse » sans s'assurer que les élèves, notamment ceux associés aux IT 4 et 5 aient compris les procédures pour gagner au jeu

Jeu 1. Episode 8
(min. 13.26)
1. MAEV 81 :- **on le marque ça ?**
2. PROF 82 :- **ah ben ce serait bien oui** // si vous l'avez pas fait vous en faisant votre préparation oui / donc **suivant le document 2** le muscle qu'il soit au repos ou en activité reçoit la même quantité de dioxygène et **je donne des valeurs** / 20 millilitres pour 100 millilitres de sang **donc l'hypothèse // laquelle ?**
3. ELEV 83 :- deux
4. PROF 84 :- **l'hypothèse 2** = (l'intonation de la voix de l'enseignant, permet de penser qu'il s'interrompt pour laisser les élèves compléter la réponse)
5. ELEV 85 :- est fausse
6. PROF 86 :- **est fausse** / [...]
(min. 13.56)
[...]
(min. 15.18)
(ALIS est associé à l'IT 5)
5. ALIS 89 :- **c'est quoi la phrase le débit sanguin ?**
6. PROF 90 :- là regarde bien **suivant le document 2** le débit sanguin du muscle augmente à l'effort c'est à dire qu'il reçoit plus de sang quand il travaille que quand il travaille pas / **on passe de 1200 à 12500 millilitres par minute/donc qu'est-ce que j'en déduis ?**
9. COLI 91 :- **que l'hypothèse est juste**
10. PROF 92 :- **oui laquelle ?**
11. MAEL 93 et COLI 93 :- la 1
12. PROF 94 :- [...] **d'après les données** hein d'après les données elle est juste donc **l'hypothèse 1 est juste** / on apporte plus de sang aux muscles quand ils sont actifs mais pas un sang plus riche en oxygène il aura la même quantité d'oxygène.
(min. 16.11)

Figure 17.

Extrait 16 : l'enseignant institutionnalise les savoirs en énonçant les critères de réussite et validant le « bon » modèle sans s'assurer que les élèves qui n'ont pas réussi la tâche en aient compris les raisons

Jeu 2. Episode 6
(min. 32.26)
1. PROF 219 :-- j'ai celui-ci / (modèle G1) celui-ci (G2) / et celui-ci (G3 // alors toujours mêmes questions / est-ce qu'on a bien nos deux organes ?
2. MARI 220 :-- oui
3. PROF 221 :-- oui / le circuit est bien fermé ?
4. MARI 221 :-- oui
5. PROF 223 :-- maintenant est-ce que chaque organe reçoit un sang de même qualité ? dans toutes ces situations ?
6. MARI 224 :-- oui
7. PROF 225 :-- pourquoi oui ?
8. MAEL 226 :-- ben parce qu'y a deux tuyaux
9. PROF 227 :-- qu'est-ce qu'est-ce que ces trois groupes-là ont été amenés à faire pour que chaque organe reçoive un sang de même qualité/ que n'a pas fait le premier groupe (G4)?
10. CORE 228 :-- un circuit en dérivation
11. PROF 229 :-- un circuit en ?
12. CORE 230 :-- en dérivation
13. PROF 231 :-- en dérivation / oui //
14. MARI 232 (en pointant CORE):-- ah ouais c'est ça !
15. PROF 233 :-- et bé oui / et d'un point de vue représentation ? qu'est-ce qu'ils ont fait // pour que chaque organe reçoive un sang de la même qualité ?
16. ALIS 234 :-- et bé à passer dans deux trucs différents
17. PROF 235 :-- oui
18. ALIS 236 :-- passer dans deux tuyaux différents (reprise de ce MAEL a dit au Tdp. 8)
19. PROF 237 :-- et voilà / le vaisseau a dû se scinder en deux / dérivation / et résultat j'ai un sang qui arrive ce sera le même quel que soit l'organe // d'accord ? [...] vous l'avez constaté que ce que toi tu avais proposé (en distribuant une correction à ALIS qui avait dû modéliser comme le groupe 4) y avait un souci (min. 33.51)

L'enseignant véhicule implicitement une certaine image des sciences

Nous pouvons également remarquer, que l'enseignant véhicule implicitement à travers ses propos une certaine image de la science au cours des deux jeux. En effet, la chronogenèse porte aussi l'idée tout au long du jeu 1, d'abord sous forme d'exigences réitérées, ensuite sous forme de monstration, qu'en sciences, l'argumentation doit être référée au champ empirique. Elle porte aussi l'idée que les conclusions ainsi produites sont « justes » alors qu'elles sont simplement valides sur un certain domaine. Dans le jeu 2, la mise en lien explicite entre le modèle et la réalité n'est pas mise en œuvre, confortant dans la classe l'idée qu'un modèle est juste ou faux. De même, la formulation de propos tels que « deux tuyaux » (Extrait 16. Tdp. 8 et 18) et « le vaisseau a dû se scinder en deux » (Extrait 16. Tdp. 19) véhicule de manière implicite une conception mécaniste de l'organisme.

Synthèse des pratiques observées dans les deux jeux

Pratiques d'étude

L'analyse des jeux montre des participations des élèves, différenciées par leur contenu, en relation avec le rapport aux savoirs idéal-typique auquel ils sont associés. Ainsi dans le jeu 1, ETIE (associé à l'IT 1), LENA et MARI (associés à l'IT 2) respectivement fortement et significativement mobilisés sur les savoirs, font avancer la chronogenèse en amenant dans le milieu des savoirs qui servent de base à l'enseignant pour l'institutionnalisation en fin de jeu ou bien, dans le jeu 2 pour repréciser les règles du jeu. Par contre, toujours dans le jeu 1, MAXI et COLI associés à l'IT 5, proposent des réponses généralement erronées ou bien reprennent parfois les savoirs déjà connus ou amenés dans le milieu sans que l'enseignant ne s'assure de leur compréhension.

Cette dernière observation nous amène à examiner les degrés d'autonomie des élèves en lien avec les rapports aux savoirs idéal-typiques. En effet, dans le jeu 2, l'enseignant donne aux élèves la responsabilité d'assumer seuls l'avancée du savoir. Nous apprécions le degré d'autonomie des élèves à la nature de leurs questions et à leur production finale. Les questions des élèves les plus mobilisés portent sur la validité des critères qu'ils utilisent alors que celles des élèves les moins mobilisés expriment une demande d'aide pour réaliser la tâche. En fin de jeu, le seul groupe qui n'a pas réussi à réaliser la tâche est le groupe G4³⁴ dont aucun des élèves le constituant n'a demandé d'aide pendant la phase de résolution du problème.

Ces résultats provisoires, fondés ici sur des extraits des deux premiers jeux sont valides sur les deux séances observées. Ainsi, par exemple, lors de la séance 2, l'enseignant propose de répondre à la question initiale concernant le réapprovisionnement des muscles actifs : « comment il est possible d'apporter plus de sang aux muscles actifs ? ». Les questions d'ALIS (associé à l'IT 5) montrent clairement que l'enjeu de la séquence n'est pas compris : « c'est quoi qu'il fallait chercher ? ». ALIS va s'appuyer sur les savoirs connus et sur ses impressions personnelles pour tenter de comprendre : « si ça va plus vite (si le cœur bat plus vite) forcément ça ça y en aura plus [...] par exemple si on court, on va automatiquement... [...] si ça va plus vite y en aura plus ». ALIS formule également que son intérêt est ailleurs lorsque l'enseignant introduit dans le milieu

que le volume de sang est constant : « c'est à partir de combien de litres qu'on perd qu'on meurt ? ». De plus, lorsque l'enseignant demande de compléter un schéma au niveau des capillaires sanguins, ALIS demande : « compléter c'est quoi ? », « mais c'est quel schéma qu'il faut euh... [...] mais y en a deux, là » montrant, à l'instar de nos résultats, que sa participation et son degré d'autonomie ne lui permettent pas de jouer au jeu.

Pratiques d'enseignement

Dans les deux jeux, au début, l'enseignant définit sans les expliciter les règles et fait les liens avec les activités précédentes sans s'assurer de la compréhension de l'enjeu du jeu auprès des élèves. Les jeux sont définis mais le lien avec le problème à résoudre n'est pas explicité bien que l'enseignant commence les activités par une question.

Lors des phases de réalisation de la tâche, l'enseignant laisse la responsabilité de la chronogénèse aux élèves qui sont alors en autonomie. En effet, nous rappelons que l'enseignant demande aux élèves d'extraire et d'organiser des informations dans le cadre d'une démarche de résolution de problème pour construire, en tant qu'acteur, ses apprentissages. Cependant, la situation ne prévoit pas de problématisation collective, alors qu'elle aurait conduit à reconstruire la question posée et permettre ainsi potentiellement à tous les élèves de mieux comprendre l'enjeu. De plus, l'absence de régulations sur les savoirs en jeu, le problème à résoudre, le tri des données ne permettent pas aux élèves les moins mobilisés d'avancer dans le jeu, en raison principalement d'une difficulté à sélectionner les éléments pertinents pour résoudre la tâche que ce soient des savoirs acquis à mobiliser dans le jeu 2 ou des données comme dans le jeu 1. D'ailleurs, COLI (associé à l'IT 5) écrit (post-séance) « j'ai été un peu déçue parce que nous avons étudié des tableaux avec des données compliquées et mettre en relation plusieurs tableaux. J'ai trouvé plus difficile l'exercice avec les tableaux même si à la fin j'y suis arrivée ». L'enseignant a alors tendance à réduire les enjeux notamment pour les élèves les moins mobilisés modifiant ainsi dans le jeu 2 le niveau de conceptualisation en minimalisant l'enjeu du jeu, « il faut que le sang circule ». Ainsi, ALIS (associé à l'IT 5) lors de l'entretien post-séance répond à la question « que pensez-vous que votre enseignant ait voulu vous apprendre ? », « ben euh... il voulait nous

faire apprendre comment circulait le sang ». Nous supposons qu'apparaît dans cette situation, la trace de contrats différentiels.

En fin de jeu, l'enseignant occupe une position topogénétique forte lorsqu'il institutionnalise les savoirs en utilisant des questions fermées et en s'appuyant sur les réponses des élèves mobilisés sur les savoirs des SVT (associés à l'IT 1 et l'IT 2). Il ne s'assure pas auprès des élèves de leur compréhension des savoirs énoncés et ne formalise pas les procédures de résolution en fin de tâche, empêchant ainsi l'objectivation de ces nouveaux savoirs pour les élèves les moins mobilisés. Ces propos sont confirmés lors de l'entretien post-séance, par les paroles de COLI (une des élèves du groupe G4) concernant leur modèle (le seul invalidé) :

Figure 18.

Extrait 17 : entretien post-séance de COLI (associé à l'IT 5) montrant que l'appropriation des savoirs par cet élève reste fragile

COLI : euh, ben moi je pensais que c'était juste,
Chercheur (C) : oui
COLI : parce qu'en fait euh, du coup le sang il passait dans l'intestin, donc du coup il en laissait, et donc après tout le reste, pouvait aller aux muscles vu qu'il a, qu'y en avait plus mais **en fait on a vu qu'il fallait faire deux boucles**
C : et vous avez compris pourquoi ? Vous êtes plus d'accord euh...Est ce que vous êtes d'accord qu'il faut, en fait, une circulation en...
COLI : **en dérive**
C : oui en parallèle plutôt que la vôtre ou est-ce que vous l'avez accepté parce qu'on vous l'a dit ?
COLI : **ben vu que il nous a dit que c'était ça on (rires) on a dit que c'était ça enfin quoi on a compris qu'on s'était trompées**
C : mais euh donc maintenant vous ferez plus ce schéma ? ce modèle ?
COLI : non
C : mais vous ne savez pas réellement pourquoi vous ne le faites pas ? Quelles sont les raisons qui qui montrent que justement c'est pas bon ?
COLI : ben parce que du coup euh...ben oui parce que du coup en fait **c'était notre idée qui était fausse**, du coup le...le l'intestin va en prendre beaucoup y en aura moins pour le muscle **alors que c'est la priorité au muscle**

Comme précédemment pour les résultats sur les pratiques d'étude, nous trouvons dans la séance 2 des éléments attestant des mêmes résultats. Ainsi, lorsque l'enseignant introduit dans le milieu un élément de savoir, il n'explicite pas l'enjeu sous-jacent : « il faut apporter... plus de sang aux muscles actifs sauf que j'ai rajouté un élément, à savoir que... notre volume sanguin [...] ce volume il est constant ». Il demande aux élèves de manière répétée, comme nous l'avons observé dans le jeu 1, de se référer aux documents pour construire un modèle : à l'aide « des informations... que vous allez extraire de ces documents... vous allez modéliser la circulation du sang dans un organe au repos ou en activité » (min. 39:30), « la réponse elle est dans les documents » « ces documents-là quelles informations ça t'apporte » (min. 40:22) « chaque document l'information qu'il vous apporte » (min. 42:04), « non tu dois, utiliser les informations apportées par les documents pour

modéliser » (min. 50:20), « je te demande d'utiliser les informations pour compléter, donc commence par trouver les informations qui peuvent être intéressantes dans ces deux documents » (min. 50:44). D'ailleurs lors de l'institutionnalisation, l'enseignant émet un souhait « j'aimerais qu'ensemble on se mette d'accord sur les informations simples apportées par les deux documents ». De même, comme dans les deux jeux analysés, les régulations ne portent ni sur les savoirs en jeu, ni sur la sélection des données.

Ainsi dans les deux séances observées, de façon récurrente, l'enseignant demande aux élèves de se référer au champ empirique pour argumenter ou modéliser comme s'il suffisait en sciences de sélectionner les données pertinentes pour résoudre les problèmes sans expliciter les procédures à utiliser pour effectuer cette sélection en lien avec le problème à résoudre. De plus, les institutionnalisations portent sur des « hypothèses juste ou fausse », un « bon » modèle alors que l'enseignant déclare comme importante l'idée d'une science non figée (cf. paragr. *Présentation du contexte de la recherche*). Implicitement, il véhicule dans sa pratique d'enseignement, une certaine image des sciences qui n'est pas totalement conforme aux points de vue contemporains. Nous rappelons dans le tableau qui suit les éléments principaux des pratiques observées en lien avec les rapports aux savoirs idéalisés des élèves.

tionner les données pertinentes pour résoudre les problèmes sans expliciter les procédures à utiliser pour effectuer cette sélection en lien avec le problème à résoudre. De plus, les institutionnalisations portent sur des « hypothèses juste ou fausse », un « bon » modèle alors que l'enseignant déclare comme importante l'idée d'une science non figée (cf. paragr. *Présentation du contexte de la recherche*). Implicitement, il véhicule dans sa pratique d'enseignement, une certaine image des sciences qui n'est pas totalement conforme aux points de vue contemporains. Nous rappelons dans le tableau qui suit les éléments principaux des pratiques observées en lien avec les rapports aux savoirs idéalisés des élèves.

Tableau 6.

Tableau de synthèse des pratiques observées en lien avec les rapports aux savoirs idéaux-typiques des élèves

Elèves associés aux rapports idéaux-typiques	Pratiques d'étude observées dans la séquence	Pratiques d'enseignement observées dans la séquence
Début du jeu		
IT 5* Pas de mobilisation sur la discipline ou sur les savoirs de la discipline	Ils rencontrent de nombreuses difficultés pour comprendre les enjeux des jeux	Mésogenèse sous la responsabilité de l'enseignant La situation de départ est conforme aux préconisations officielles Définition des règles du jeu sans s'assurer de la compréhension par les élèves
Développement du jeu		
IT 1 et IT 2 Fortement et significativement mobilisés sur les savoirs des SVT	Ils assument l'avancée de la chronogenèse en amenant les savoirs dans le milieu et en faisant repréciser les règles du jeu par l'enseignant	Position topogénétique faible Dévolution aux élèves lors de la phase de résolution du problème Régulations qui ne portent ni sur les savoirs à mobiliser ni sur les manières de gagner au jeu : Renvoi aux interactions entre pairs Modifications des enjeux du jeu (en particulier pour les élèves associés à l'IT 5)
IT 3 et IT 4 Mobilisés sur les SVT pour des raisons personnelles ou des raisons utilitaires	Mésogenèse : ils reprennent et répètent les éléments introduits dans le milieu par les élèves les plus mobilisés	
IT 5	Ils n'assument pas la responsabilité de la topogenèse. Ils rencontrent de nombreuses difficultés pour comprendre la manière de jouer aux jeux Les savoirs travaillés par ces élèves sont des savoirs supposés connus. Ils ne peuvent pas utiliser la mésogenèse construite dans la classe	
Fin du jeu		
IT 1 et IT 2	Ils objectivent les savoirs qu'ils ont introduits dans le milieu au cours des jeux	Position topogénétique forte Chronogenèse devenant rapide au regard des autres moments des séances Institutionnalisation des savoirs introduits par les élèves dans le milieu sans formalisation des procédures de construction des savoirs Ne s'assure pas auprès des élèves de la compréhension des manières de gagner au jeu.
IT 3 et IT 4	Ils s'approprient les savoirs en jeu mais sont imbriqués dans la situation	
IT 5	Ils ne construisent pas d'objet de savoir en tant que tel	

* Alors que les pratiques d'enseignement s'adressent à tous les élèves, nous n'avons fait apparaître que les élèves associés à l'IT 5 pour le début du jeu, parce que ce résultat nous semble plus significatif.

Quelques déterminants professoraux inférés des pratiques

En début de jeu, l'enseignant pose des questions ouvertes et propose une situation de résolution de problème qui s'inscrit dans les préconisations officielles, ce qui témoigne d'une action adressée. Ses propos recueillis lors de l'entretien ante séance confirment cette inférence (voir note Erreur : source de la référence non trouvée), montrant son souci de s'appuyer sur des référents officiels pour construire et faire jouer les jeux didactiques, souci que l'on retrouve aussi dans d'autres circonstances. C'est ainsi que nous observons également durant les phases de résolution des problèmes des manières d'enseigner et d'apprendre qui relèvent de ce même adressage. Les élèves sont placés en autonomie et les régulations apportées par l'enseignant ne portent pas sur les savoirs. L'élève est positionné en tant qu'acteur de ses apprentissages avec des rappels aux règles répétées. Ce positionnement est choisi par l'enseignant (cf. paragr. *Pratiques d'enseignement*) en lien avec les préconisations officielles. De même, lors de l'institutionnalisation en fin de jeu, l'enseignant occupe une position topogénétique forte et assume l'avancée de la chronogénèse en reprenant des savoirs amenés dans le milieu par les élèves les plus mobilisés. La référence à l'institution est donc un déterminant fort pour cet enseignant.

Mais ce positionnement de l'enseignant qui mobilise à plusieurs reprises dans la séquence des situations ouvertes à résoudre en autonomie, peut être vu au-delà d'un lien avec les préconisations officielles, comme déterminées par un point de vue particulier sur l'apprentissage des sciences selon lequel on apprend bien ou mieux en résolvant des problèmes parce que cela donne plus de sens aux savoirs. Cette inférence reçoit une confirmation partielle dans les propos de l'enseignant lors de l'entretien ante ; il déclare en effet que pour qu'un élève apprenne : « l'idéal c'est qu'il soit capable de... d'une certaine autonomie, c'est-à-dire d'arriver avec les éléments qu'on lui a fournis, d'arriver à résoudre éventuellement un problème » et que par ailleurs, les précisions apportées à ce sujet dans les programmes, « ça donnait beaucoup de sens à ce qu'on faisait et ça rendait quand même la matière beaucoup plus intéressante que ce que j'ai vécu moi en tant qu'élève quoi, c'est l'impression que j'avais quoi, que j'abordais des choses vraiment des sciences expé-

rimentales, c'est pas de la connaissance pour de la connaissance ».

Quant à l'objet de savoir « approvisionnement des muscles en activité » nous observons que l'enseignant alterne entre les points de vue biophysique et nutrition dans ses pratiques. En effet, les élèves doivent valider un modèle d'apport sanguin aux muscles « pour répondre à l'augmentation des besoins des muscles actifs », construire un modèle de circulation sanguine qui permet de nourrir de façon équivalente les différents organes et identifier les structures anatomiques qui autorisent des variations de débits sanguins dans les organes. Or, nous avons souligné dans l'analyse *a priori* que cet objet de savoir est indissociable d'un modèle systémique³⁵ qui est sous-jacent mais jamais identifié en tant que tel dans les programmes officiels. Face à cet implicite, l'enseignant, dont la référence à l'institution, nous l'avons vu est un déterminant important, fait le choix de focaliser le travail des élèves sur la question des structures anatomiques, plutôt que de les engager sur une question de régulation (de la concentration en oxygène du sang artériel) jugée plus difficile à comprendre pour les élèves. D'ailleurs, dans le même sens, l'enseignant modifie l'enjeu du jeu pour les élèves en difficulté. Nous pouvons lire à travers ces pratiques le souci de l'enseignant de s'adresser à tous les élèves.

Enfin, les pratiques peuvent être rattachées à un point de vue particulier sur les savoirs scientifiques et leur élaboration. Ainsi, au vu des interventions répétées de l'enseignant dans la séance, il serait nécessaire pour construire des savoirs scientifiques, de se référer au domaine empirique pour tester des hypothèses qui seraient « vraies » ou « fausses », et ces mises en relation se feraient de façon inductive.

CONCLUSION : RÉPONSE PROVISOIRE À NOS QUESTIONS DE RECHERCHE

D'une part, nous observons que l'apport des élèves à l'action conjointe sur le plan chronogénétique varie selon les rapports idéaux-typiques. En effet, les élèves associés aux IT 1 et IT 2 objectivent les savoirs et participent activement à la chronogénèse qui repose principalement sur eux. Les élèves les moins mobilisés (associés à l'IT 5) n'assument pas cette responsabilité, probablement en raison de l'absence d'éléments dans le milieu qui permettent de résoudre la tâche. De plus, lorsqu'ils tentent de

réaliser les tâches, ils ne participent pas à l'avancée des savoirs et peuvent même freiner la chronogénèse par leurs interventions non pertinentes au regard de l'enjeu de savoir. Les élèves associés aux IT 3 et IT 4 ne participent que ponctuellement et reprennent souvent des savoirs apportés dans le milieu par l'enseignant ou par les élèves plus fortement mobilisés. Les modèles finaux produits par les différents groupes dans le jeu 2, confirment cette observation. Finalement, dans les séances observées, les rapports aux savoirs des élèves détermineraient la dynamique de l'action conjointe particulièrement sur le plan chronogénétique, selon le sens et la valeur qu'ils attribuent aux savoirs des SVT. Ce résultat, prolonge ainsi dans le secondaire les résultats des travaux de Pautal (2012), Pautal, Venturini & Schneeberger, (2012, 2013b) établis en primaire et renforce l'idée que le rapport aux savoirs des élèves constitue un des déterminants de l'action conjointe.

D'autre part, les éléments des pratiques d'enseignement observées ne contribuent pas, selon nous, à donner du sens et de la valeur aux savoirs établis lorsque les procédures de construction de ces savoirs ne sont pas explicites. Ainsi, ces pratiques dont nous avons vu qu'elles pouvaient être déterminées par un respect des prescriptions, un point de vue sur l'apprentissage des élèves et sur les références à des pratiques scientifiques, un point de vue sur l'enseignement qui doit prendre en compte les difficultés des élèves, pourraient être source d'échec pour les élèves les moins mobilisés. Nous supposons donc que les élèves non mobilisés sur les savoirs des SVT (associés aux IT 3, IT 4, IT 5), au mieux, ne vont pas modifier leur rapport aux savoirs des SVT et qu'il y a un risque important que leur degré de mobilisation sur la discipline diminue. Par contre, la validation des éléments qu'ils ont amenés dans le milieu et qu'ils ont construits seuls, leur réussite aux jeux, permettent de penser que les élèves mobilisés sur les savoirs (associés à l'IT 1 et à l'IT 2) vont conforter voire renforcer leur degré de mobilisation pour apprendre les SVT. Finalement, l'enseignant qui est un bon sujet de l'institution, soucieux de construire et de faire jouer un jeu qui respecte les préconisations officielles et auquel les élèves, même les moins mobilisés, pourront gagner, malgré son implication dans le travail contribuerait, on peut le supposer, à ce que les élèves les plus mobilisés soient encore plus mobilisés et les moins mobilisés à ne pas s'engager davantage dans l'apprentissage des SVT.

Enfin, au regard des observations réalisées sur les pratiques, nous pouvons mieux comprendre comment l'action conjointe développée en classe, et aussi à travers elle certains de ses déterminants, contribueraient par le biais des phénomènes³⁶ scolaires à la construction du rapport aux savoirs des SVT. Pour terminer nous mettons en discussion quelques éléments relatifs à nos résultats et à la méthodologie. Nous concluons cette étude par des perspectives de recherche.

DISCUSSION

Les résultats

Nos réponses se situent à deux niveaux. D'une part, les résultats obtenus confortent les idéaux-types des rapports aux savoirs des SVT construits lors des études précédentes. En effet, ces modèles ont été à même de rendre compte des rapports aux savoirs des élèves d'une classe différente. Ils montrent également comment les pratiques d'étude-enseignement peuvent contribuer au renforcement du rapport au savoir existant et empêcher son évolution d'un idéal-type à l'autre. Nos résultats permettent ainsi de mieux comprendre une partie de la réalité de la classe à la lumière du rapport aux savoirs des SVT des élèves et met en lumière leur importance dans l'action conjointe.

D'autre part, si l'épistémologie pratique de l'enseignant conditionne son action didactique à travers son point de vue sur les savoirs notamment, comme nous l'avons pointé à plusieurs reprises, celle-ci est aussi fortement « adressée », déterminée par la demande institutionnelle : les pratiques observées sont menées dans une démarche qui se veut conforme aux préconisations officielles et par un « bon » sujet de l'institution. Dans ce contexte, nos résultats interpellent d'autant plus qu'ils sont du même type que ceux obtenus ailleurs par l'équipe ESCOL (Charlot, Bautier & Rochex, 1992 ; Bautier & Rochex, 1998 ; Charlot, 1999b), à l'école, au collège et au lycée. Les travaux de ces chercheurs attestant que les rapports au savoir des élèves s'enrichissent généralement de phénomènes concourant au même processus de mobilisation. Nos résultats sont de plus en résonance avec les travaux menés dans une approche sociologique dans le cadre du réseau RESEIDA par Bonnery (2009, 2015), Bonnery, Crinon et Simons (2015), Bautier

(2006), Bautier et Rayou (2009) Rochex et Crinon (2012) montrant comment les pratiques enseignantes génèrent et creusent les inégalités scolaires. Ces derniers travaux peuvent être rapprochés des nôtres en ce sens que le rapport au savoir a une dimension sociale qui impacte le degré de mobilisation des élèves.

Par ailleurs, nous avons, en continuité avec nos travaux précédents, choisi de travailler avec les rapports aux savoirs des SVT alors que probablement, les analyses auraient été plus fines si nous avions exploité le rapport aux savoirs de la biologie voire le rapport aux savoirs liés à l'approvisionnement sanguin des organes. Parallèlement, le rapport à des savoirs disciplinaires, n'est probablement pas indépendant du rapport des élèves au savoir en général (cf. Venturini, 2005b, pour les savoirs de la physique). De la même manière, nous pouvons supposer que le rapport au savoir n'est pas sans lien avec les pratiques d'enseignement et d'étude dans les différentes disciplines. Ainsi, même si nos résultats tendent à montrer que les pratiques que nous avons observées pourraient permettre de mieux comprendre le rapport à des savoirs disciplinaires et son évolution, la question des relations entre pratiques et rapport(s) au(x) savoir(s) à laquelle nous avons modestement contribué est beaucoup plus complexe.

Enfin, nos travaux n'ont porté que sur un échantillon de quelques élèves et les durées d'observation sont courtes. En conséquence, les résultats n'ont de validité que sur les pratiques observées dans cette étude, et il faut rester prudent sur les conclusions à en tirer, raison pour laquelle nous les avons présentées comme « provisoires ».

La méthodologie

La méthodologie utilisée pour associer chaque élève à un rapport aux savoirs idéal-typique nous a permis d'obtenir des résultats opérationnels même si comme nous l'avons déjà signalé (Cappiello & Venturini, 2015) le recueil de données déclaratives via les bilans de savoirs et les entretiens reste difficile au moins pour les élèves peu ou pas mobilisés en SVT. De même, la méthodologie employée pour l'analyse des pratiques, d'une part en croisant des données issues de différents corpus et d'autre part en structurant en fonction de différentes échelles

temporelles (dont le niveau intermédiaire entre les niveaux mésoscopique et microscopique), a également produit des résultats opérationnels. Toutefois, l'analyse au niveau microscopique aurait pu être plus explicite au travers de la caractérisation systématique des dimensions pragmatiques, interactionnelles et représentationnelles des actes du professeur et des élèves (cf. Tiberghien & Venturini, 2015). Cela nous aurait permis d'appréhender plus finement et de fonder plus fortement ce qui se passe dans les transactions entre élèves et enseignant. Les transactions entre pairs auraient également pu éclairer comment leurs rapports aux savoirs s'articulent autour d'un enjeu de savoir. Des observations systématiques au niveau des élèves en travail de groupe auraient permis de recueillir ces données et de les exploiter ; nous ne l'avons réalisé ici, pour des raisons matérielles, que sur un groupe pour éclairer le rôle prépondérant d'un élève associé à l'IT 1 lors d'un travail entre pairs (cf. Extrait 14).

Les perspectives de recherche

Notre étude de pratiques ordinaires montre l'importance des rapports des élèves aux savoirs des SVT en tant que déterminants de l'action conjointe et le poids des pratiques en tant que facteur pouvant contribuer à un renforcement dans les rapports aux savoirs existants dans le cas d'un enseignant qui est, nous le rappelons, un « bon » sujet de l'institution et dont l'implication dans le métier ne peut pas être mise en cause. Bien sûr, compte tenu de l'importance de ces conclusions, il faut vérifier leur portée et donc poursuivre ce type d'investigation. Ainsi, il conviendrait de reproduire ces travaux, par exemple à différents moments de l'année scolaire et dans des contextes scolaires différents. Si ces résultats sont confirmés, la question sera alors de savoir comment nous pouvons travailler sur l'évolution du rapport aux savoirs, en cherchant comment il est possible de « penser le savoir ou l'apprendre » en pensant « en même temps le type de rapport au savoir qui est supposé pour construire ce savoir ou pour y accéder » (Charlot, 2003, p. 46). Cette réflexion devra porter non seulement sur le rapport aux savoirs de l'élève comme cette étude y incite, mais vraisemblablement aussi sur celui de l'enseignant. D'autres études (Hervé *et al.*, 2013 ; Magendie, 2004) ont en effet montré dans d'autres contextes que le sens et la

valeur qu'il donne aux savoirs conditionne en partie sa pratique d'enseignement. Une réflexion concomitante devrait aussi concerner l'évolution correspondante de l'épistémologie pratique de l'enseignant et la manière de la réaliser. En effet, nos résultats établissent indirectement des liens encore hypothétiques entre certains déterminants personnels et institutionnels de l'action professorale et l'évolution des rapports des élèves aux savoirs des SVT, à travers les pratiques d'enseignement. Ainsi, nous pouvons imaginer que l'adressage de l'action et les points de vue supposés sur l'apprentissage et les savoirs scientifiques de l'enseignant (qui propose des situations ouvertes à résoudre en autonomie en établissant de manière inductive des liens entre des hypothèses et des données) médiées par les pratiques développées ne sont pas sans liens avec le renforcement des rapports aux savoirs existants. De la même manière, nous pourrions supposer que son point de vue sur l'enseignement (proposer des savoirs accessibles aux élèves) pourrait amener une évolution du rapport aux savoirs chez les élèves les moins mobilisés.

Par ailleurs, nous avons observé un glissement³⁷ de l'enjeu du jeu 2, pour un élève non mobilisé. Nous avons supposé qu'il s'agissait de la trace d'un contrat différentiel. Il serait intéressant d'examiner de manière plus précise, en classe, l'existence ou non de contrats différentiels en relation avec les rapports aux savoirs des élèves et les idéaux-types auxquels ils sont associés. Ces recherches s'inscriraient dans la lignée des travaux menés par Schubauer-Leoni (1986) et Schubauer-Leoni et Leutenegger (2002).

Enfin, Pautal et Schneeberger (2015) ont montré que les usages des supports scientifiques peuvent être producteurs d'inégalités. Lors du premier jeu, nous avons mis en évidence la difficulté des élèves à s'approprier la fiche de l'activité préparatoire produite par l'enseignant alors que celui-ci déclare apporter une attention particulière à l'élaboration de ces documents. Cette piste de réflexion nous semble intéressante à explorer davantage pour mieux comprendre comment ce phénomène, lié à la sphère scolaire, impacte l'évolution du rapport aux savoirs, d'autant que Bautier et Rochex (1998) ont pointé les difficultés scolaires engendrées par le rapport à l'écrit des « nouveaux lycéens ».

NOTES

1. Ces travaux ont depuis trouvé un prolongement pour comprendre en particulier les processus dynamiques de production d'inégalités scolaires dans le cadre du réseau RESEIDA (Bonnery, Crinon & Simons, 2015 ; Bonnery, 2015). Nous reviendrons sur ces travaux dans la discussion afin de situer nos résultats par rapport à ceux obtenus au sein de cette équipe.
2. Pour Charlot, le rapport au savoir comporte les dimensions :
 - épistémique : « apprendre, c'est avoir quel type d'activité ? » (1997, p. 78) ;
 - identitaire : « qui suis-je, pour les autres et pour moi-même, moi qui suis capable d'apprendre cela ou moi qui n'y parviens pas ? » (*ibid.*, p. 79) ;
 - sociale : elle « ne s'ajoute pas aux dimensions épistémique et identitaire : elle contribue à leur donner forme particulière » (*ibid.*, p. 87).
3. Chaque élève d'une classe peut être associé à l'idéal-type dont il est le plus proche, ce dernier modélisant alors son rapport aux savoirs.
4. Par exemple des pratiques professorales telles que celles qui seront analysées dans cet article, qui se réfèrent aux programmes officiels et affichent une volonté de placer l'élève en situation d'autonomie pour qu'il construise ses savoirs.
5. Il s'agit des modifications de la consommation de dioxygène et/ou de nutriments à l'effort ; de la fréquence cardiaque, du volume d'éjection systolique (et donc du débit cardiaque) ; de la fréquence ventilatoire et du volume courant (et donc du débit ventilatoire) ; de la pression artérielle.
6. Il s'agit de sphincters pré-capillaires dont l'ouverture / fermeture permet de faire varier la quantité de sang qui traverse les capillaires d'un organe. Entre les artères et les capillaires les artérioles peuvent se contracter au niveau de leur paroi et ainsi modifier le flux de sang vers les capillaires.
7. Le débit sanguin d'un organe correspond au volume de sang qui circule dans un organe par minute.
8. Ces éléments figurent par exemple dans les manuels SVT de seconde : Bordas édition 2015 ; Nathan et Belin édition 2014.
9. Des valvules auriculo-ventriculaire et ventriculo-artérielle sont situées dans le cœur et empêchent par un système d'ouverture-fermeture le sang de revenir en arrière.
10. Par association, nous entendons le fait que le rapport aux savoirs d'un élève est proche d'un des cinq idéaux-types sans toutefois correspondre tout à fait au modèle

construit, et est dans tous les cas beaucoup plus éloigné des quatre autres idéaux-types définis.

11. Les pratiques observées sont certainement liées à l'enseignant et à sa manière de connaître les sciences, son épistémologie pratique : « on ne peut comprendre l'action professorale sans la relier systématiquement aux modalités concrètes de son expérience... son activité cognitive, ses savoirs, ses manières d'agir, la théorie de la connaissance qu'il a pu produire se sont construites dès ses premiers pas dans le métier... » (Sensevy *et al.*, 2008, p. 110).

12. Depuis la rentrée 2010, les élèves de seconde doivent choisir de deux à trois (si cumul possible) enseignements d'exploration. Ces enseignements ne sont pas déterminants pour la suite des études et doivent permettre aux élèves d'explorer divers domaines avant de s'engager dans une filière spécifique.

13. L'enseignant, agrégé en SVT, enseigne depuis 1983 et est reconnu comme un « bon » sujet de l'institution par ses hiérarchies administrative et pédagogique.

14. Lors de l'entretien ante séance l'enseignant déclare : « en fin de séance très vite en rentrant je note les choses qui ont pas marché ou qui ont marché mais, surtout qui ont pas marché, les choses qui ont manqué ou les... ou des fois y a un groupe tu t'aperçois que en donnant telle info hop tu les remets sur la bonne voie, tout ça tu le notes pour en tirer bénéfice la prochaine fois quoi, pour pas le perdre ».

15. L'enseignant précise lors de l'entretien ante séance qu'il est soucieux de respecter les préconisations officielles : « j'ai été obligé effectivement de revoir ma façon de faire... et de ne pas manipuler pour manipuler... [...] c'est vraiment par rapport vraiment aux programmes... et aux attentes [...] clairement identifiées dans les programmes, on disait voilà, il faut qu'ils sachent faire ça ça ça ».

16. Lors du « bilan de savoirs » (cf. Charlot *et al.*, 1992, p. 134), les élèves ont à répondre à des questions « J'ai... ans. J'ai appris des choses, chez moi, dans la cité, à l'école, ailleurs. Qu'est ce qui est important pour moi dans tout ça ? Et maintenant qu'est-ce que j'en attends ? ». Nous avons complété et contextualisé ce questionnaire aux SVT.

17. Nous rappelons qu'un descriptif des idéaux-types se trouve en Annexe 1.

18. Nous utilisons le terme « narration didactique » et non celui de « description narrative » de chaque jeu car nous réalisons un « exposé détaillé de la suite de faits et d'actions constituant l'intrigue » (Lexilogos). Les faits sont considérés au regard de l'avancée des savoirs.

19. L'idée d'un réapprovisionnement sous-tend que les organes ont consommé du dioxygène et des nutriments et que l'apport nutritif sanguin compense en retour ces consommations. Le terme d'approvisionnement ne renvoie

pas à l'idée de régulation des paramètres physiologiques de l'organisme en l'occurrence le taux de concentration en oxygène du sang artériel.

20. L'enseignant juxtapose deux problèmes : le problème du réapprovisionnement du sang artériel en dioxygène et le problème de l'augmentation différentielle du débit sanguin en fonction des organes.

21. L'utilisation du terme besoin est porteuse du caractère finaliste du fonctionnement de l'organisme alors qu'il s'agit de consommation couverte par des mécanismes de régulation.

22. Voir note 20 : source de la référence non trouvée.

23. L'enseignant fait référence à des ressources du type ACCES : « Actualisation Continue des Connaissances des Enseignants en Sciences) est une équipe en ingénierie pédagogique de l'Institut français de l'Éducation (IFÉ) dont les productions de ressources sont tournées vers l'enseignement scientifique du secondaire et destinées aux professionnels de l'éducation et de la formation. L'équipe est constituée de chercheurs, d'ingénieurs et d'enseignants. Elle est à la tête d'un réseau de collaborateurs de terrain qui interagissent avec le site de l'IFÉ à Lyon et leurs collègues dans les académies. Ses sites Web et son patrimoine numérique sont mis à la disposition de tous ceux qui s'intéressent aux sciences et à l'enseignement, de même qu'aux relations entre les avancées scientifiques ou technologiques et l'évolution des programmes scolaires. »

24. Harvey, W. (1869, 1990). *De motu cordis*. Christian Bourgeois Éditeur.

25. Nous considérons ce niveau de conceptualisation comme minimal au regard de la conceptualisation de modèles prenant en compte les dynamiques (actions et rétroactions) du système de régulation dans sa globalité. Ce niveau de conceptualisation est un choix de l'enseignant par opposition à d'autres modèles comme le modèle systémique.

26. Idem note précédente.

27. Les analyses de ce paragraphe sont réalisées à partir de la fiche de préparation de l'enseignant. Un extrait de cette fiche est présenté en Annexe 2.

28. En effet, la concentration en oxygène du sang artériel est constante, seule varie la quantité par unité de temps distribuée aux organes.

29. La répartition des élèves observée dans cette classe entre les différents idéaux-types est sensiblement la même que celle obtenue lors des travaux précédents hormis pour l'idéal-type 4 auquel sont associés moins d'élèves dans cette étude que dans les précédentes. Toutefois, cette particularité nous paraît cohérente au vu des enseignements d'exploration à dominante littéraire choisis par la majorité des

élèves qui ne semblent pas se destiner à des études et des métiers scientifiques, un des phénomènes caractéristiques de cet idéal-type.

30. Selon le point de vue de l'action conjointe, les pratiques d'étude et d'enseignement sont interdépendantes, intimement intriquées même si nous les séparons dans cet article par souci de lisibilité.

31. Les codes utilisés lors des transcriptions sont issus des conventions de transcription de l'université Paris 5. Chaque tour de parole commence par :--. Les LETTRES MAJUSCULES indiquent une prononciation appuyée, accent d'insistance ou d'intensité. Les mots soulignés indiquent le passage d'un texte lu par l'adulte. = marque la fin d'un énoncé auto interrompu. # marque l'interruption d'un énoncé par un interlocuteur. Le premier nombre indique le Tour de parole (Tdp.) dans l'extrait, et le second, le Tdp. dans la séance entière. Par exemple 1. PROF 5 : l'enseignant parle au Tdp. 1 dans cet extrait mais au Tdp. 5 dans le déroulement de la séance (non reproduite ici en totalité). Nous sélectionnons en gras, les propos significatifs pointés dans l'analyse.

32. G1 : ETIE (IT 1), MARI et LENA (IT 2) et CORE (IT 3) ; G2 : AUDR (IT 1), CAMI (IT 3), LABO et ALIS (IT 5) ; G3 : MAEV et EMIL (IT 4) et MAXI (IT 5) ; G4 : MAEL (IT 4), COLI, LABA et LARF (IT 5).

33. Le modèle du groupe G4 invalidé est proposé en Annexe 3 ainsi qu'un des trois modèles validés.

34. Groupe constitué, nous le rappelons de MAEL (associé à l'IT 4) et de trois élèves associés à l'IT 5 : COLI, LABA et LARF.

35. Voir note 25 : source de la référence non trouvée.

36. Ces phénomènes scolaires, mis en jeu dans les processus de mobilisation des élèves à apprendre les SVT, ont été décrits dans nos études précédentes (voir Annexe 1).

37. Nous rappelons qu'au regard des difficultés d'ALIS (associée à l'IT 5) pour compléter le schéma de circulation sanguine, l'enseignant a modifié l'enjeu du jeu en demandant à l'élève de simplement faire circuler le sang : « il faut que le sang circule ».

RÉFÉRENCES

- Bautier, É., & Rayou, P. (2009). *Les inégalités d'apprentissage. Programmes, pratiques et malentendus scolaires*. Paris : PUF
- Bautier É. (2006). Le rôle des pratiques des maîtres dans les difficultés scolaires des élèves. *Recherche et formation*, 51, 105-118.
- Bautier, E., & Rochex, J.-Y. (1998). *L'expérience scolaire des nouveaux lycéens. Démocratisation ou massification ?* Paris : Armand Colin.
- Bonnery, S. (dir) (2015). *Supports pédagogiques et inégalité scolaires*. France : La dispute.
- Bonnery, S. (2009). Scénarisation des dispositifs pédagogiques et inégalités d'apprentissage, *Revue française de pédagogie*, 167, 13-23.
- Bonnery, S., Crinon, J., & Simons, G. (dir.) (2015). Supports et pratiques d'enseignement : quels risques d'inégalités ? *Spirale*, 55.
- Brousseau, G. (1980). Les échecs électifs dans l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire. *Revue de laryngologie, otologie, rhinologie*, 101(3-4), 107-131.
- Cappiello, P., & Venturini, P. (2015). Rapports aux savoirs des sciences de la vie et de la Terre de seconde générale. *Recherches en Didactique des Sciences et Techniques*, 12, 177-208.
- Charlot, B. (1997). *Rapport au savoir : Éléments pour une théorie*. Paris : Anthropos.
- Charlot, B. (1999b). *Le rapport au savoir en milieu populaire une recherche dans les lycées professionnels de banlieue*. Paris : Anthropos.
- Charlot, B. (2003). La problématique du rapport au savoir. Dans S. Maury & M. Caillot (dir.), *Rapport au savoir et didactiques* (p. 33-50). Paris : Faber.
- Charlot, B., Bautier, E., & Rochex, J.-Y. (1992). *École et savoir dans les banlieues et ailleurs*. Paris : Armand Colin.
- Chevallard, Y. (2003). Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques. Dans S. Maury & M. Caillot (dir.), *Rapport au savoir et didactiques*. Paris : Fabert.
- Clément, P. (1991). Sur la persistance d'une conception la tuyauterie continue digestion-excrétion. *Aster*, 13, 133-156.
- Ducros, B. (1989). *Le concept de circulation du sang : productions d'outils didactiques* (Thèse non publiée, 2 tome). Université Paris 7.
- Hervé, N., Venturini, P., & Albe, V. (2013). Enseigner un savoir stabilisé et une controverse socio-scientifique, quelles différences et similitudes ? Exemple d'une pratique ordinaire d'enseignement en physique. *Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 29, 45-66
- Lavarde, A. (1994). Figurabilité dans le domaine de la circulation sanguine. *Didaskalia*, 3, 79-91.
- Lhoste, Y. (2008). *Problématisation, activités langagières et apprentissages dans les sciences de la vie. Étude de débats scientifiques dans la classe dans deux domaines biologiques : nutrition et évolution* (Thèse non

- publiée). Université de Nantes. Thèse consultée le 22 août 2016 à l'adresse [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/37/68/92/PDF/Lhoste-these-2008.pdf].
- Lhoste, Y. (2006). La construction du concept de circulation sanguine en 3^e : problématisation, argumentation et conceptualisation dans un débat scientifique. *Aster*, 42, 79-108.
- Magendie, L. (2004). *Rapport à l'apprendre et pratiques d'enseignement de professeurs d'écoles : étude de cas en mathématiques* (DEA Éducation Formation Insertion). Université Toulouse le Mirail, Toulouse 2.
- Marlot, C. (2009). Glissement des jeux d'apprentissage scientifiques et épistémologie pratique des professeurs au CP. *Aster*, 49, 109-136.
- Ministère de l'Éducation nationale (MEN). *Bulletin Officiel Spécial*, n° 4, 29 avril 2010, Programme des sciences de la vie et de la Terre, disponible sur [http://www.education.gouv.fr/cid51395/nouveaux-programmes-de-la-seconde-bulletin-officiel-special-du-29-avril-2010.html].
- Pautal, É. (2012). *Enseigner et apprendre la circulation du sang : analyse didactique des pratiques conjointes et identification de certains de leurs déterminants* (Thèse de doctorat non publiée). Université de Toulouse 2, Toulouse.
- Pautal, E., & Schneeberger, P. (2015). Des usages de supports scientifiques producteurs d'inégalités. Une étude de cas à propos de la circulation du sang. *Spirale*, 55, 79-91.
- Pautal, E., Venturini, P., & Schneeberger, P. (2013b). Analyse de déterminants de l'action de maîtres-formateurs en sciences du vivant. *Éducation & Didactique*, 7(2), 9-28.
- Pautal, E., Venturini, P., & Schneeberger, P. (2012). *Les déterminants de l'action conjointe d'enseigner et d'apprendre la circulation du sang au CM2. Une analyse de cas en RAR*. Communication aux Septièmes journées scientifiques de l'ARDiST. Bordeaux, 14-16 mars 2012.
- Rochex, J. Y., & Crinon, J. (2012). La construction des inégalités scolaires. Au cœur des pratiques et des dispositifs d'enseignement. *Revue française de pédagogie*, 179 | 2012, 143-144.
- Santini, J. (2010). Les systèmes sémiotiques dans l'action conjointe en didactique. Une étude de cas en géologie à l'école élémentaire : la coupe d'un appareil volcanique. *Recherches en Didactique des Sciences et Techniques*, 2, 159-192.
- Schubauer-Léoni, M.-L. (1986). Le contrat didactique : un cadre interprétatif pour comprendre les savoirs manifestés par les élèves en mathématique. *European journal of psychology of education*, 1(2), 139-153.
- Schubauer-Léoni, M. L., & Leutenegger, F. (2002). Expliquer et comprendre dans une approche clinique / expérimentale du didactique ordinaire. Dans F. Leutenegger et M. Saada-Robert (éds.), *Expliquer et comprendre en sciences de l'éducation* (p. 227-251). Bruxelles : De Boeck.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Sensevy, G. (2012). Le jeu comme modèle de l'activité humaine et comme modèle en théorie de l'action conjointe en didactique. Quelques remarques. *Nouvelles Perspectives en Sciences Sociales*, 7(2), 105-131.
- Sensevy, G., & Mercier, A. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. Dans G. Sensevy & A. Mercier (dir.), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (p. 13-49). Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Sensevy, G., Mercier, A., & Schubauer-Léoni, M.-L. (2000). Vers un modèle de l'action didactique du professeur à propos de la course à 20. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 20(3), 263-304.
- Tiberghien, A., & Venturini, P. (2015). Articulation des niveaux microscopiques et mésoscopiques dans les analyses de pratiques de classe à partir de vidéos. *Recherches en Didactique des Sciences et Techniques*, 11, 53-78.
- Venturini, P. (2005b). Phénomènes et processus intervenant dans les rapports aux savoirs de la physique : cas d'élèves français en 10^e année de formation. *Revue Suisse des Sciences de l'Éducation*, 27(1), 103-121.
- Venturini, P., & Cappiello, P. (2009). Comparaison des rapports aux savoirs de la physique et des SVT dans le cas d'élèves impliqués dans l'étude de ces disciplines. *Revue Française de Pédagogie*, 166, 48-58. Annexes

ANNEXE 1 : DESCRIPTIF DES CINQ IDÉAUX-TYPES

Extraits de Cappiello & Venturini (2015).

L'idéal-type 1 : mobilisation forte sur les savoirs des SVT

« L'élève idéal-typique 1, apprécie les SVT et plus particulièrement la biologie. Il parle des savoirs, principalement de manière précise et parfois plus généralement. Ils ont de l'importance pour lui et ses attentes qui sont de mieux comprendre le fonctionnement du vivant, de son corps et de la Terre sont satisfaites. À l'école, cet élève juge les activités proposées faciles, variées et intéressantes, notamment les travaux pratiques qu'il apprécie particulièrement. Apprendre lui paraît aisé, d'autant qu'il ne recherche pas une formalisation aboutie des savoirs disciplinaires : pour cela, il s'agit simplement d'écouter en classe, de manipuler en TP et de relire les cours. D'ailleurs, il ne décrit pas les tâches scolaires en termes d'effort et de travail, et il obtient de bons résultats. Tous ces éléments confortent certainement l'envie qu'il manifeste d'acquérir de nouvelles connaissances dans les domaines du vivant et de l'environnement et d'approfondir celles qu'il a déjà, acquisition et approfondissement contribuant à satisfaire son désir d'améliorer sa culture générale dans ces domaines. C'est pour les mêmes raisons qu'il attribue de l'importance à l'enseignant qu'il sollicite régulièrement. Dans la famille dont au moins un des membres exerce un métier en lien avec les SVT, il utilise au quotidien des savoirs scolaires, et il consulte les informations véhiculées par le manuel scolaire, les magazines scientifiques et les émissions de télévision. À l'instar des résultats scolaires en SVT, ces éléments donnent lieu à des échanges fréquents et sont valorisés au sein de la famille. Cette situation, tout comme le choix déjà opéré de faire des études scientifiques et la perspective d'exercer un métier en lien avec les SVT, soutiennent la dynamique propre de l'élève. Même l'absence d'échanges fréquents avec ses amis sur les sujets liés aux SVT, la perception floue de l'utilité socioprofessionnelle des savoirs correspondants au-delà des exemples familiaux ou emblématiques, le caractère plutôt lointain du monde de la recherche qui pourraient avoir des effets négatifs sur cette dynamique, ne parviennent pas à l'altérer. Les phénomènes de la sphère scolaire trouvent un écho positif dans ceux de la sphère familiale et leur interaction ne peut que renforcer les processus mobilisateurs des uns et des autres, qui concourent à ce que l'élève idéal-typique soit fortement mobilisé sur les savoirs des SVT. »

L'idéal-type 2 : mobilisation significative sur les savoirs des SVT

« L'élève idéal-typique 2, à l'instar de l'élève idéal-typique 1, apprécie les SVT et plus particulièrement la biologie. Il parle des savoirs, principalement de manière précise et parfois plus généralement. Ils ont de l'importance pour lui et ses attentes qui sont de mieux comprendre le fonctionnement du vivant, de son corps et de la Terre sont satisfaites. À l'école, cet élève préfère apprendre des savoirs nouveaux plutôt que d'approfondir ou de formaliser ceux qu'il a découverts. Il agrandit ainsi sa culture générale qu'il complète plus à l'aide des émissions télévisées, dont les thèmes font parfois l'objet de discussions ponctuelles avec ses camarades, qu'avec l'aide de son manuel. De même, il ne sollicite pas particulièrement l'enseignant dans cette démarche. Apprendre consiste simplement pour lui à écouter en classe, à manipuler en TP et à relire les cours. S'il n'en parle jamais en termes d'effort et de travail, cet exercice ne lui paraît pas facile pour autant. D'ailleurs, même si ses résultats scolaires sont "convenables" et si les activités de classe lui paraissent variées, il les considère, en dehors des TP qu'il apprécie particulièrement, comme moyennement intéressantes, parfois difficiles à réussir, et il n'envisage pas de poursuivre d'études scientifiques. Son milieu familial, dans lequel personne n'exerce un métier scientifique, ne l'encourage pas particulièrement à s'intéresser aux sciences de la vie et de la Terre, que ce soit au quotidien ou pour son avenir. Ainsi, aucune attention spécifique n'est portée aux résultats scolaires obtenus dans la discipline, les savoirs disciplinaires ne font l'objet ni d'une utilisation domestique régulière, ni d'échanges familiaux. La perception de leur utilité socioprofessionnelle reste incertaine au-delà des domaines d'activités classiques du secteur, tout comme les éléments relatifs au domaine de la recherche. D'ailleurs, lorsque son projet personnel est défini, il ne s'inscrit pas dans la discipline. Si les processus à l'œuvre dans la sphère scolaire concourent à la mobilisation de cet élève en SVT, ils ne trouvent aucun écho dans ceux de la sphère familiale ce qui peut expliquer qu'il ne s'engage pas autant que l'élève idéal-typique 1. »

L'idéal-type 3 : mobilisation sur les SVT pour des raisons personnelles

« L'élève idéal-typique 3 n'accorde pas d'importance aux savoirs des SVT si ce n'est très ponctuellement d'une manière générale pour la biologie. Il n'exprime pas vraiment d'avis sur la discipline. Cet élève se satisfait de

connaissances globales lui permettant de connaître le fonctionnement de son corps et de son environnement. Il en perçoit l'utilité à l'extérieur du lycée. Il n'est pas centré sur les savoirs, pourtant il aime apprendre en SVT, il relit les notes qu'il a prises en classe, il aime se rendre en cours ou en TP et apprécie la matière, mais ce n'est pas celle qu'il préfère. Il est satisfait des résultats scolaires qu'il obtient même s'il juge qu'il est difficile de réussir dans la discipline. L'enseignant n'a d'importance que pour rendre les SVT plus attractives. Son milieu familial au sein duquel personne n'a suivi d'études et n'exerce de métier scientifique ne l'encourage absolument pas dans une visée scientifique et si on exclut les aspects domestiques, les échanges familiaux sont inexistantes sur ce sujet. D'ailleurs, il n'a pas choisi un métier scientifique. Au-delà du contexte socio-familial dans lequel il vit, cet élève idéal-typique est capable de se mobiliser sur les SVT en ce qu'elles répondent à une demande d'informations peu finalisée et très générale sur le fonctionnement du corps et de l'environnement. »

L'Idéal-type 4 : mobilisation sur les SVT pour des raisons utilitaires

« L'élève idéal-typique 4 est un élève qui attend des SVT qu'elles lui permettent de poursuivre ses études ou d'obtenir un métier. Toutefois, il apprécie les SVT et plus particulièrement la biologie. Il aime apprendre en général et relit ses notes de cours / TP de SVT. Il retire ainsi un certain plaisir de l'apprentissage de la biologie même si ce n'est pas sa matière favorite. Il attend des savoirs des SVT qu'ils lui permettent de réussir des études scientifiques et de connaître le fonctionnement du corps et de l'environnement. Dans la sphère familiale les échanges sont parfois liés à quelques objets des SVT mais principalement centrés sur le quotidien. Il juge qu'il est facile de réussir en sciences.

D'ailleurs il est satisfait par ses résultats dans la discipline. Il envisage plutôt de suivre une filière scientifique et pourrait éventuellement choisir une profession en lien avec les SVT même si dans son milieu familial personne n'exerce de métier scientifique. Son projet d'études, ses résultats scolaires et à un degré moindre son milieu familial, concourent à renforcer son intérêt pour les SVT et participent à la mobilisation de cet élève sur les SVT à des fins principalement utilitaires. »

L'Idéal-type 5 : pas de mobilisation sur la discipline ou sur les savoirs de la discipline

« L'élève idéal-typique 5 n'est pas centré sur les savoirs des SVT. Il n'attend rien d'eux si ce n'est quelques clés de lecture pour connaître globalement le fonctionnement de son corps et de l'environnement. D'une manière générale cet élève n'aime pas apprendre, et même si apprendre lui semble plus acceptable en SVT, il est en classe de sciences parce qu'il y est obligé, il juge les activités difficiles et inintéressantes et n'en perçoit pas l'utilité à l'extérieur du lycée. Il ne retire donc de l'apprentissage de la discipline aucun plaisir. Ses résultats en SVT ne sont pas bons, et ils ne font pas l'objet d'une attention particulière par la famille comme tout ce qui concerne les SVT, si on exclut les usages domestiques des savoirs correspondants. D'ailleurs, son milieu familial au sein duquel personne n'a réalisé d'études et n'exerce de métier en lien avec les sciences n'envisage pas pour lui de perspective professionnelle en lien avec les SVT. Du reste, lui-même n'envisage ni études ni métier scientifiques. Les processus que nous pouvons envisager combinant tous ces phénomènes ne peuvent que tendre à la démobilisation de cet élève idéal-typique qui ne sera mobilisé ni sur les SVT ni sur les savoirs des SVT. »

ANNEXE 2 : EXTRAITS DE LA FICHE DE PRÉPARATION DE L'ENSEIGNANT

Conclusions de la tâche 1 de la séance 1 → Le sang arrivant aux muscles n'est donc pas plus riche en O₂ !!!
 Reste la deuxième hypothèse : apporter plus de sang aux muscles, les privilégier.
 Pour comprendre comment cela est possible il faut étudier l'organisation anatomique de l'appareil cardiovasculaire :

1^{re} partie = organisation du système cardio vasculaire respiratoire (en série/en parallèle)
 o proposer un modèle de la circulation sanguine intégrant l'ensemble des données et qui permette de comprendre comment les organes sont approvisionnés en O₂ de manière équivalente malgré leur consommation différente à l'effort ;
 o modéliser sur transparent
 o mettre en commun les modèles afin de, rapidement, discuter et critiquer les différents modèles établis (le modèle proposé doit être en accord avec les données des tableaux)
 [...]

Séance 2, le problème de l'apport privilégié aux muscles actifs n'est pas résolu !!!

2^e partie = comment expliquer un apport en O₂ et nutriments privilégié aux muscles actifs ?
 L'hypothèse retenue = plus de sang apporté aux muscles actifs.

ANNEXE 3 : MODÈLES RÉALISÉS PAR LES GROUPES G3 (MODÈLE VALIDÉ) ET G4 (MODÈLE INVALIDÉ)

Les modèles des groupes 1 et 2 ne sont pas représentés car redondants avec celui du groupe 3.