

Rôle de l'enseignant dans deux séquences d'enseignement fondées sur l'investigation: la flottabilité en classe de cinquième

**ANTONIN BOYER, DAMIEN GIVRY, CORINNE JEGOU, CORALIE DERRADJ,
ALICE DELSERIEYS-PEDREGOSA, FATMA SAID**

*Aix Marseille Université
ADEF EA 4671, 13331, Marseille
France
antonin.boyer@etu.univ-amu.fr
damien.givry@univ-amu.fr*

RÉSUMÉ

Cette étude s'interroge sur l'impact d'une phase de formulation explicite d'hypothèses par des élèves sur la gestion d'une phase d'échange argumenté par l'enseignant lors d'une séance sur la flottabilité en classe de cinquième. Ce travail adopte une approche socio-constructiviste pour étudier l'activité de l'enseignant et celle des élèves. L'analyse des données vidéos de deux ingénieries didactiques a été réalisée à partir du logiciel Kronos. Nos résultats montrent que lorsque les élèves ont formulé des hypothèses écrites, leur temps de parole est plus important durant l'échange argumenté et que cette différence s'exprime différemment en fonction des thèmes abordés.

MOTS-CLÉS

Formulation d'hypothèses, échange argumenté, investigation, activité, temps de parole

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the impact of an explicit hypothesis writing stage on the teacher's management of a debate stage, while a course about buoyancy in secondary school. This work takes on socio-constructivist approach in order to study the activity of the teacher and the students. The video data analysis of the didactic engineering have been recorded with the software Kronos. Our results show a more important student's speaking time during the debate when they have written hypothesis before. And this difference occurs differently according to the themes reached during the debate.

KEYWORDS

Hypothesis writing, debate, inquiry, activity, speaking time

INTRODUCTION

Cette recherche s'inscrit dans une démarche de recherche plus large initiée par un groupe de chercheurs de l'équipe GESTEPRO du laboratoire ADEF d'Aix-Marseille Université en collaboration avec une équipe du laboratoire LAPEF de l'Université de Sao-Paulo. Cette

collaboration vise l'étude des conditions de mise en place d'un enseignement fondé sur l'investigation et de son efficacité vis à vis des apprentissages des élèves et de leurs pratiques d'argumentation.

Les enseignements scientifiques fondés sur l'investigation se sont développés comme moyen de palier au désintérêt des élèves pour les sciences et les technologies dont de nombreuses institutions (OECD, 2006; High Level Group on Science Education, 2007) font mention (Boilevin, 2013).

En France, on retrouve ces recommandations dans les programmes de physique du collège. La démarche d'investigation y est présentée comme une démarche qui «s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel (en sciences expérimentales et en technologie) et sur la résolution de problèmes (en mathématiques). Les investigations réalisées avec l'aide du professeur, l'élaboration de réponses et la recherche d'explications ou de justifications débouchent sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire techniques.» (MEN, 2008, p. 5).

Dans ces programmes ces démarches sont caractérisées par un canevas modulable constitué par sept moments (MEN, 2008):

- Le choix d'une situation – problème.
- L'appropriation du problème par les élèves.
- La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles.
- L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves.
- L'échange argumenté autour des propositions élaborées.
- L'acquisition et la structuration des connaissances.
- La mobilisation des connaissances.

Ce canevas est présenté, dans les programmes comme un support qui doit être adapté en fonction des projets pédagogiques de l'enseignant. Il en résulte une mise en place des différentes étapes d'un enseignement scientifique fondé sur l'investigation qui peut varier en fonction des enseignants (Calmettes, 2009).

On peut donc s'interroger sur l'impact de chacun de ces moments sur l'apprentissage des élèves ainsi que sur la façon dont chacun de ces moments interagissent.

CADRE THÉORIQUE

Ces travaux s'inscrivent à la suite de nombreux travaux concernant les enseignements des sciences fondés sur l'investigation. La synthèse réalisée par Minner, Levy et Century (2010) montre en effet un panel de travaux très variés adoptant, différentes approches et présentant différents axes de recherche. Ces principaux axes sont la nature même de ces démarches, les caractéristiques et les activités des élèves, les conceptions et représentations des enseignants ainsi que la mise en œuvre effective de ces pratiques (Venturini & Tiberghien, 2012; Boilevin 2013). Concernant la mise en œuvre de ces démarches et leur caractérisation, différents modèles ont été proposés, que ce soit pour mesurer l'authenticité de ces démarches (Cariou, 2013) ou pour simplement les modéliser (Grangeat, 2013). Ces modèles ont en commun de s'appuyer sur les moments décrits dans le canevas des programmes.

La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives et de protocoles possibles constitue un moment clé de la démarche hypothético-déductive caractéristique des enseignements

scientifiques fondés sur l'investigation (MEN, 2008). Les travaux sur la formulation d'hypothèses, considèrent celle-ci comme une étape majeure de la démarche de production des connaissances scientifiques (Oh, 2010). En éducation la définition la plus largement utilisée est celle donnée par Wenham (1993 cité par Park, 2006), qui considère l'hypothèse comme «une tentative d'explication causale à partir d'un objet observé». La formulation d'hypothèses représente, pour de nombreux auteurs, une étape essentielle du dépassement de leurs conceptions par les élèves (Park, 2006).

Mais d'autres travaux montrent également que l'utilisation du terme hypothèse peut varier selon les institutions culturelles (Gyllenpalm & Wickman, 2011) ou selon la discipline considérée (Prieur, Monod-Ansaldi, & Fontanieu, 2013).

Malgré ces différences, la formulation d'hypothèse est considérée comme un élément majeur de la mise en place d'un enseignement fondé sur l'investigation (Prieur, Monod-Ansaldi, & Fontanieu, 2013).

Les travaux sur la mise en place effective des enseignements fondés sur l'investigation montrent que c'est une phase souvent éludée par les enseignants (Calmettes, 2009 ; Venturini & Tiberghien, 2012) qui privilégient avant tout l'expérimentation (Calmettes, 2009). Pelissier et Venturini (2012) montrent que même lorsque la formulation d'hypothèses par les élèves est présente, elle est très souvent limitée et peu prise en compte par l'enseignant.

Les modèles proposés pour caractériser les démarches d'investigation présentent des points de vue différents à propos de la formulation d'hypothèses. En effet le modèle à six dimensions de Grangeat (2013), catégorise ce moment en fonction du guidage que reçoivent les élèves quant à la mise en place du protocole expérimental alors que le modèle des démarches d'investigation à authenticité multicritériée de Cariou (2013), s'appuie sur le fait que des hypothèses aient été formulées ou non. Ces modèles sont utilisés pour décrire des séquences de cours réalisées entièrement par l'enseignant et ne sont pas conçus pour évaluer l'impact d'un moment particulier.

Afin d'observer cet impact, cette recherche s'appuie sur une ingénierie didactique qui structure la mise en place de ce moment.

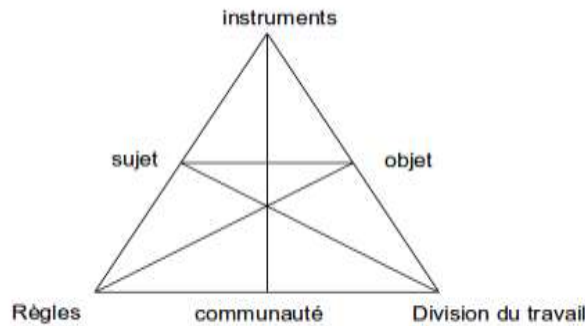
Mais pour mettre en évidence l'impact de ce moment particulier l'étude doit prendre en compte les différents aspects et paramètres qui peuvent interagir durant une séance d'enseignement.

La théorie de l'activité d'Engeström et Sannino (2010) est un outil qui permet d'analyser les opérations au sein d'une structure sociale en prenant en compte les différents éléments qui composent cette structure ainsi que leurs interactions (Pearson, 2009)

Ces composants sont regroupés en six éléments: le sujet, l'objet, les instruments, la communauté, la division du travail et les règles (figure 1).

Le sujet correspond à un individu ou un groupe d'individus que l'observateur a choisi et dont l'activité est observée. L'objet représente la matière initiale ou l'environnement que l'activité va transformer, il correspond à la tâche à accomplir ou l'objectif à atteindre. Les instruments peuvent être tous les outils matériels ou symboliques qui médiatisent l'activité. Ce sont les interactions entre ces trois composants, c'est à dire la modification de l'objet par le sujet via la médiation des instruments qui constituent l'action des sujets.

FIGURE 1

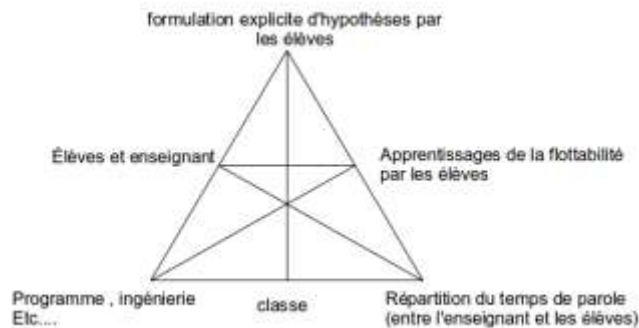


Modèle général du système d'activité (d'après Engeström et Saninno, 2010)

La communauté est un ensemble de sujets qui partagent le même objet. C'est ce partage qui les distingue d'autres communautés. La division du travail comprend la répartition horizontale des actions et la répartition verticale des pouvoirs et des statuts, au sein de la communauté. Enfin, les règles font référence à toutes les normes, conventions, standards ou habitudes, qu'elles soient implicites ou explicites, qui maintiennent et régulent les actions et les interactions à l'intérieur du système (Engeström & Sannino, 2010).

Afin d'analyser l'activité de l'enseignant et des élèves lors de l'échange argumenté, nous avons redéfini chaque pôle et analysé leurs interactions. Ces pôles ont été reconsidérés à partir des composantes du système sur lesquels l'accent est mis dans cette recherche.

FIGURE 2



Adaptation du modèle général du système d'activité (Engeström & Saninno, 2010) à une séance fondée sur l'investigation sur le thème de la flottabilité

Dans le cadre de la séance étudiée, on peut considérer l'enseignant et les élèves comme les sujets de l'activité. L'objet de cette activité correspond alors aux apprentissages par les élèves de la notion de flottabilité et les instruments se traduisent par l'ensemble des supports qui peuvent être utilisés pour médiatiser l'activité. La communauté observée devient la classe et les règles se traduisent par l'ensemble des prescriptions liées à la séance (programme, ingénierie didactique,

rapport de l'enseignant aux démarches d'investigation, etc...). Enfin la division du travail peut être vue à travers la répartition des tâches à accomplir entre l'enseignant et les élèves.

Parmi ces composantes, dans le cadre de cette recherche nous considérons la formulation explicite d'hypothèses comme un instrument sémiotique que l'enseignant et les élèves pourront utiliser lors de la phase d'échange argumenté. C'est sur l'utilisation ou non de cet instrument que se focalisera l'analyse de ce système d'activité particulier.

En ce qui concerne la division du travail, nous la caractériserons par la répartition des temps de parole entre l'enseignant et les élèves. Cette répartition reflète le partage horizontal du travail en ce qui concerne l'implication des acteurs de la communauté dans la tâche mais aussi le facteur vertical à travers la posture de chaque acteur, qu'elle traduit.

PROBLÉMATIQUE

La description des enseignements scientifiques fondés sur l'investigation à travers les sept moments du canevas des programmes et les travaux sur la mise en place de ces enseignements nous ont conduit à nous interroger sur l'impact de ces moments et leurs interactions. Nous avons porté nos recherches sur la formulation d'hypothèses qui semble être un moment clé de la démarche scientifique et qui, de plus, semble souvent éludée lors de la mise en œuvre des démarches d'investigation.

Nos travaux ont donc pour objectif d'observer si la phase de formulation explicite d'hypothèses par les élèves a un impact sur l'activité de l'enseignant pendant la phase d'échange argumenté lors d'une séance de physique fondée sur l'investigation.

Ces interrogations nous conduisent à formuler les hypothèses suivantes:

- La formulation explicite d'hypothèses par les élèves augmente la proportion du temps de parole des élèves par rapport à celui de l'enseignant lors de la phase d'échange argumenté.
- Les notions abordées lors de la phase d'échange argumenté sont modifiées par une étape de formulation explicite d'hypothèses par les élèves.
- La formulation explicite d'hypothèses par les élèves modifie la proportion du temps de parole des élèves par rapport à celui de l'enseignant de manière différente pour chaque notion abordée pendant la phase d'échange argumenté.

MÉTHODOLOGIE

Protocole expérimental

Afin d'observer les pratiques de l'enseignant en classe, en fonction de la présence ou non d'une phase de formulation explicite et écrite d'hypothèses, une étude de cas portant sur une ingénierie didactique a été réalisée. Cette ingénierie recouvre deux séquences de physique, sur la notion de flottabilité. Ces séquences ont été entièrement conçues par l'équipe de chercheurs et soumises à l'enseignant. Ainsi les facteurs concernant la constitution de la séance, les choix quant à son déroulement et les méthodes pédagogiques habituelles de l'enseignant ont pu être écartés. Les données recueillies ne concernent donc que les pratiques effectives de l'enseignant dans ses classes.

Chacune des séquences représente une approche différente de l'enseignement fondé sur l'investigation. Dans la première les élèves sont amenés à réaliser l'expérience proposée

directement alors que dans la seconde l'expérimentation est précédée d'une phase de formulation écrite d'hypothèses par les élèves.

Les deux séquences ont été mises en œuvre par le même enseignant dans un collège ordinaire, avec deux classes de cinquième, composées de vingt-deux et dix-neuf élèves.

Les deux séquences sont découpées en une série de tâches et de sous-tâches alternant travail individuel, travail en petit groupe et discussion en classe entière.

La tâche 1 est réalisée au cours des trente dernières minutes d'une séance où l'enseignant a jusque-là dirigé librement son cours. Pour réaliser cette tâche les élèves doivent résoudre l'énigme suivante: «Trois amis veulent traverser une rivière. La barque qu'ils possèdent supporte au maximum 130 kilos. Comment doivent-ils procéder pour traverser la rivière, sans faire couler le bateau?». La résolution de cette énigme se divise en une réflexion à une solution en groupe de trois ou quatre, puis à la proposition de cette solution à la classe au cours d'un débat. Cette tâche est commune aux deux approches.

Les tâches 2 et 3 sont les objets d'une séance d'environ une heure et demie, consacrée à l'ingénierie.

C'est dans le découpage de la deuxième tâche (tableau 1) que les deux approches sont différentes. Dans la première approche les élèves doivent résoudre, directement le défi «Construire un bateau capable de charger le plus grand nombre de petits blocs sans couler» par groupe de trois ou quatre. Ils ont à leur disposition une bassine remplie d'eau, une feuille de papier aluminium et une trentaine de rondelles métallique pour résoudre le défi.

Après avoir réalisé le défi, les élèves doivent présenter la solution qui leur paraît la meilleure au cours d'un débat en classe entière.

Les élèves doivent ensuite produire individuellement une rédaction des résultats afin de systématiser les concepts travaillés.

TABLEAU 1

Déroulement de la tâche 2 au cours des deux séances

	Séance sans formulation explicite d'hypothèses	Séance avec formulation explicite d'hypothèses
Tâche 2	Résoudre le défi	Écrire individuellement une ou deux solutions envisagées pour résoudre le défi.
		Mise en commun des solutions au niveau du groupe. Écriture de la solution retenue.
		Test à l'aide du matériel des solutions proposées.
		Écriture de la solution trouvée
	Échange argumenté	Échange argumenté
	Rédaction des résultats	Rédaction des résultats

Dans la deuxième approche avant de se lancer dans la résolution matérielle du défi, les élèves doivent écrire ou dessiner une ou plusieurs solutions sur une feuille de papier puis confronter ces solutions au sein du groupe de travail afin d'en sélectionner une. La suite de la tâche est commune aux deux approches.

Enfin la tâche 3, commune aux deux approches est une analyse individuelle d'images représentant des bateaux et leurs chargements, et a pour but d'opérationnaliser les connaissances.

Recueil des données

Ces deux séances ont été filmées et enregistrées (tableau 2) à l'aide de quatre caméras et de trois dictaphones. Une caméra était fixée sur l'enseignant depuis le fond de la salle alors que les autres et les dictaphones étaient répartis entre les groupes d'élèves sur leurs paillasses.

TABLEAU 2
Recueil des données pour les deux classes

Date	Tâche	Recueil
14 Mars 2013	Pré-test	Réception des productions des élèves
21 Mars 2013	Tâche 1	Enregistrement vidéo. de 3 groupes d'élèves Enregistrement audio. de 3 groupes d'élèves Enregistrement vidéo. enseignant
28 Mars 2013	Tâches 2 et 3 + Post-test 1	Enregistrement vidéo. de 3 groupes d'élèves Enregistrement audio. de 3 groupes d'élèves Enregistrement vidéo. enseignant Réception des productions des élèves
5 Juin 2013	Post-test 2	Réception des productions des élèves

Analyse des données

Les films correspondant à la phase d'échange argumenté, pris par la caméra fixée sur l'enseignant, ont été analysés à l'aide du logiciel Actogram Kronos (Kerguelen, 2003) qui permet de relever et de décompter des particularités du discours et de l'activité des sujets au fur et à mesure de l'avancée de la vidéo. Ces particularités doivent être préalablement définies par le chercheur sous formes de catégories. Dans le cadre de cette recherche nous avons définis différentes catégories de codage pour deux échelles d'analyse.

À l'échelle de la séance dans sa globalité nous avons défini des catégories afin de décrire le déroulement effectif de la séance. Les premières catégories correspondent à l'expression, parfois partielle, de certains des moments du canevas des programmes (MEN, 2008). Les catégories retenues sont l'appropriation du problème par les élèves, la formulation d'hypothèses explicatives, l'investigation, l'échange argumenté, l'acquisition et la structuration des connaissances et la mobilisation des connaissances.

Les deuxièmes catégories concernant la séance dans sa globalité correspondent à la gestion du travail dans la classe. Nous avons distingué trois modes de gestion, un travail individuel des élèves, un travail par petits groupes et un travail en classe entière.

La deuxième échelle limite l'analyse à la phase d'échange argumenté. À cette échelle nous avons attribué à l'enseignant et aux élèves une catégorie chacun afin d'observer la répartition des temps de parole.

Nous avons également catégorisé les thèmes abordés pendant le débat à partir des paramètres que les élèves sont susceptibles de dégager à propos de la flottabilité. Pour chacun de ces thèmes les pourcentages de temps de parole ont également été mesurés.

Les thèmes dégagés sont le poids, la répartition, la notion de couler/flotter, les infiltrations d'eau dans le bateau, la forme du bateau, la taille du bateau, le volume et la présence d'air dans le bateau.

Ces thèmes ont été identifiés à partir d'un certain nombre de mots utilisés par l'enseignant ou les élèves (tableau 3). N'ont été considérés comme thèmes que les échanges comportant plus d'un aller-retour entre l'enseignant et un élève, les digressions au sein des thèmes sur un paramètre autre n'ont pas été prises en compte lorsqu'elles correspondaient à une simple intervention isolée.

TABLEAU 3

Mots significatifs utilisés pour identifier un thème lors de la phase d'échange argumenté

Thèmes	Mots significatifs
Poids	lourd, léger, tonnes, poids, kilos, ajouter + (description d'un objet ajoutant du poids dans le bateau)
Répartition	répartition, autour, côté, coin, réparti, collés, point, disperser, équilibre, bord, tour, milieu, partout, place, épaisseur, gros tas
Couler/flotter	Flotte, s'enfonce dans l'eau, un peu, en dehors de l'eau, niveau, coule, touche le fond, à pic, au fond
Infiltration d'eau	infiltration, poids de l'eau dans le bateau, eau dans le bateau, pli
forme	Forme, pirogue, croissant de lune, rectangle, paroi, paquebot, pli, plate-forme, bord, rebord, rebord, plaque d'aluminium, plat, mur, pont, trucs, repli, radeau, épaisseur, fond
taille	grand, petit, moyen, gros, agrandir, longueur, largeur, épais
volume	volume, longueur x largeur x hauteur, espace dans le bateau, gros, faible important, prend de la place
air	air, espace, vide, gaz

RÉSULTATS

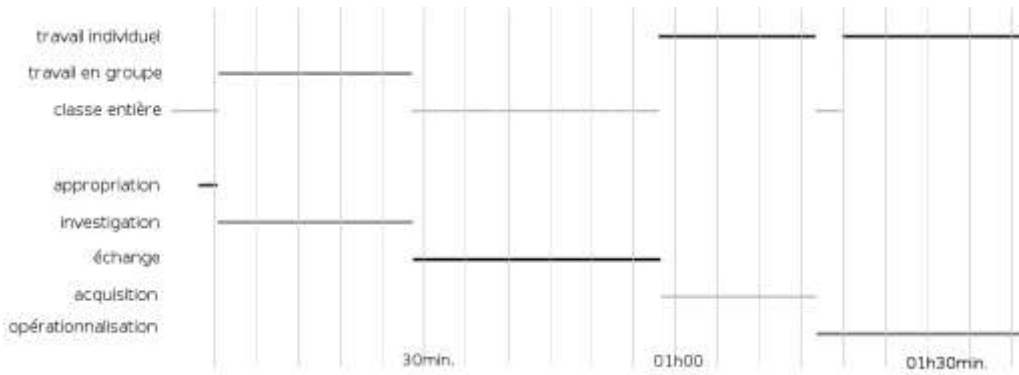
Après une présentation du descriptif du déroulement effectif des deux séances, nous présenterons nos résultats sous forme de développement de nos hypothèses.

Déroulement effectif des deux séances

Les figures 3 et 4 montrent l'enchaînement au cours de la séance des différentes modalités de gestion de la classe et des différents moments caractéristiques d'un enseignement fondé sur l'investigation. L'axe des abscisses montre l'avancée du temps au cours de la séance alors que sur l'axe des ordonnées sont représentées les différentes catégories définies par le chercheur. Les lignes verticales correspondent à un intervalle de temps de cinq minutes.

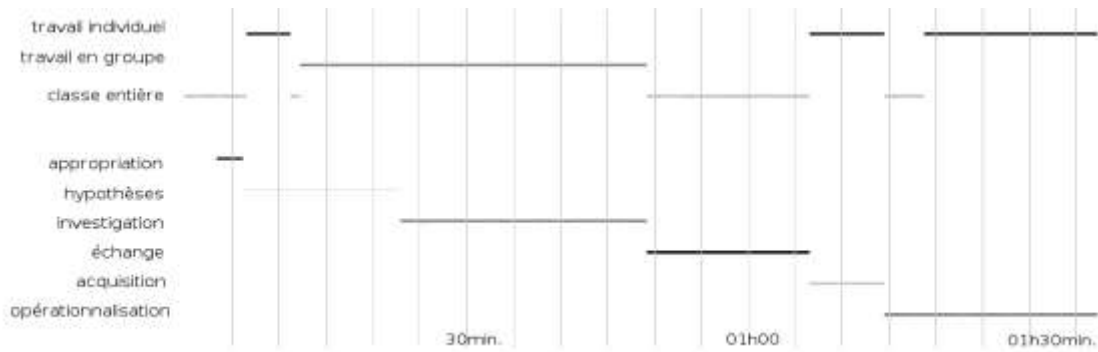
Lors des deux séances, on peut remarquer que les temps effectifs gérés par l'enseignant diffèrent des temps imposés par la séance des chercheurs lors des phases de formulation d'hypothèses, d'investigation et d'échange argumenté (tableau 4).

FIGURE 3



*Répartition des moments du canevas des programmes (MEN, 2008) et de la gestion de classe au cours de la séance sans formulation explicite d'hypothèses par les élèves.
Actogram Kronos (Kerguelen, 2003)*

FIGURE 4



*Répartition des moments du canevas des programmes (MEN, 2008) et de la gestion de classe au cours de la séance avec formulation explicite d'hypothèses par les élèves.
Actogram Kronos (Kerguelen, 2003)*

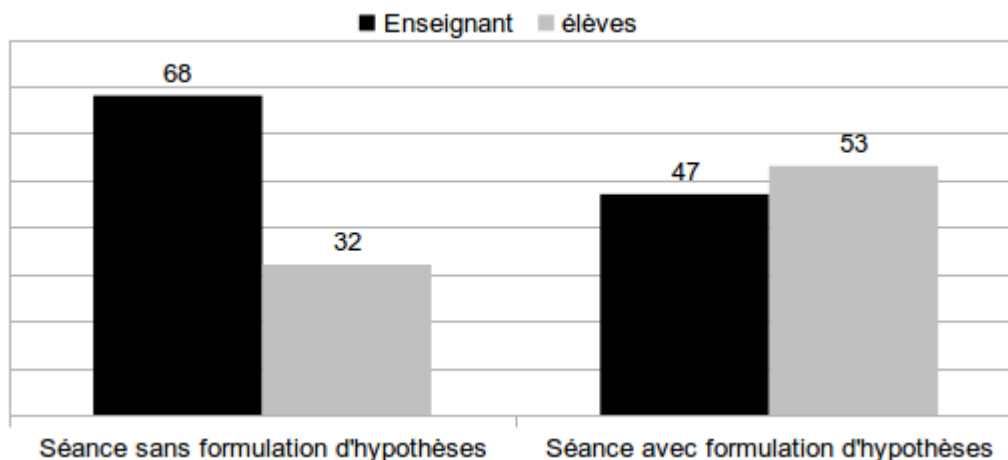
TABLEAU 4

Comparaison entre les temps prescrits par l'équipe de chercheurs et les temps effectivement réalisés par l'enseignant lors de la Tâche 2 pour chaque séance

	Séance sans formulation d'hypothèses		Séance avec formulation d'hypothèses	
	Temps prescrit	Temps effectif	Temps prescrit	Temps effectif
Formulation d'hypothèses			20 min	16 min
investigation	30 min	23 min	25 min	24 min
Échange argumenté	20 min	29 min	10 min	17 min

La formulation explicite d'hypothèses par les élèves augmente la proportion du temps de parole des élèves par rapport à celui de l'enseignant lors de la phase d'échange argumenté.

FIGURE 5



Répartition des temps de parole en pourcentage entre l'enseignant et les élèves au cours des deux séances

Pendant la phase d'échange argumenté, les répartitions des temps de paroles présentent d'importantes différences en fonction de l'approche adoptée.

Dans la séance où les élèves n'ont pas explicitement formulé d'hypothèses, c'est l'enseignant qui a le plus la parole. On retrouve la répartition inverse dans la séance où des hypothèses ont été explicitement formulées (figure 5).

Cette différence peut refléter, dans le système d'activité (Engeström & Sannino, 2010), une division du travail plus équilibrée lorsque les élèves ont formulé des hypothèses par écrit. Ils semblent, alors, s'approprier une part plus importante du temps de parole lors de la phase d'échange argumenté.

Les notions abordées lors de la phase d'échange argumenté sont modifiées par une étape de formulation explicite d'hypothèses par les élèves

Les figures 6 et 7 montrent, l'enchaînement des thèmes abordés ainsi que le sujet qui est en train de parler durant la phase d'échange argumenté.

Les lignes verticales représentent un intervalle de temps de cinq minutes pour la figure 6 et d'une minute pour la figure 7.

Les thèmes ne sont pas répartis de la même façon lors des deux séances (figures 6, 7, 8 et 9) notamment le thème du volume qui n'apparaît pas dans la séance sans formulation explicite d'hypothèses.

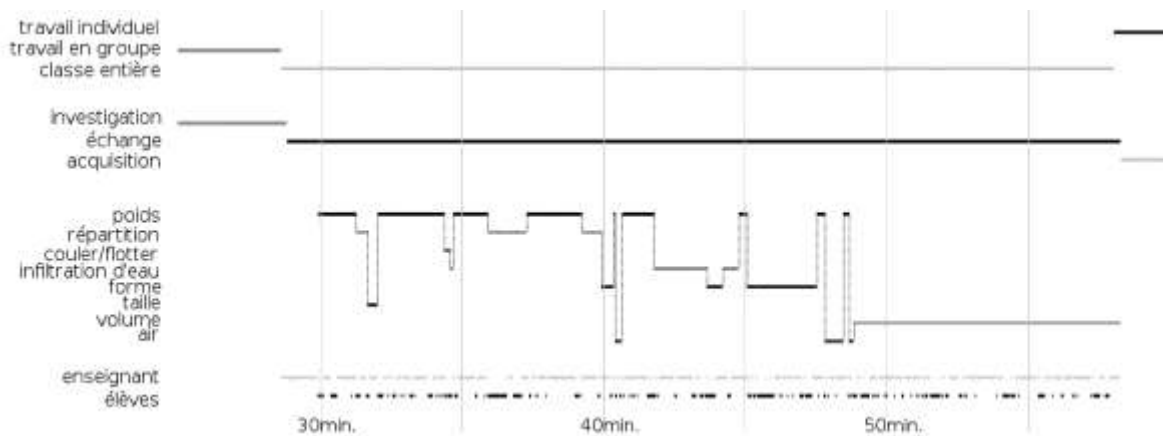
Les échanges argumentés des deux séances sont dominés par deux thèmes prépondérants qui, regroupés, représentent environ 60 % des thèmes abordés alors que les autres se répartissent de manière plus homogène (entre 0 et 15 %) (figure 8 et figure 9).

Pour la séance sans formulation explicite d'hypothèses ce sont les thèmes du poids (30%) et du volume (32%) qui sont les plus importants. Ensuite on trouve respectivement les thèmes

concernant la forme du bateau, l'infiltration d'eau dans le bateau et la répartition. Les autres thèmes ne sont abordés que très succinctement (figure 8).

Pour la séance avec formulation explicite d'hypothèses ce sont les thèmes du poids et de la forme qui sont les plus explorés. On retrouve ensuite les thèmes concernant la répartition et la présence d'air dans le bateau (figure 9).

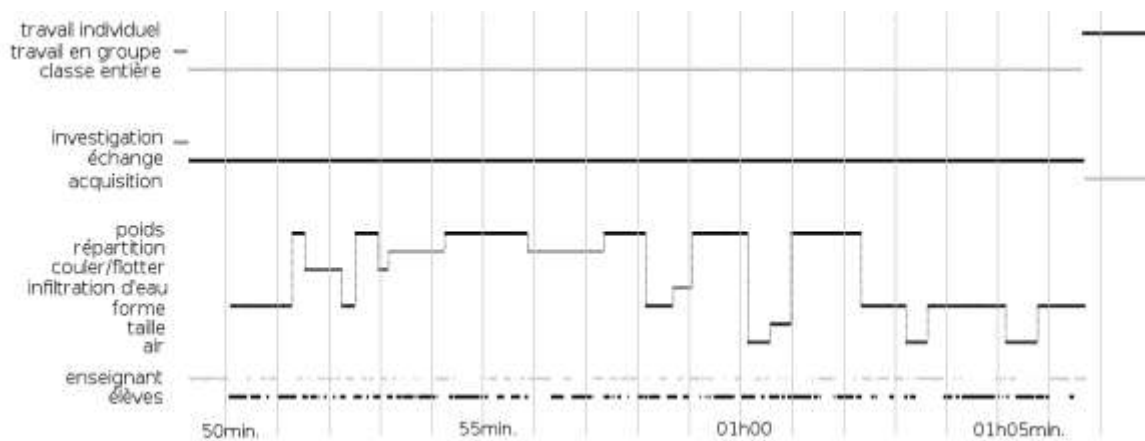
FIGURE 6



Répartition des thèmes abordés et des prises de parole durant la phase d'échange argumenté au cours de la séance sans formulation explicite d'hypothèses par les élèves.

Actogram Kronos (Kerguelen, 2003)

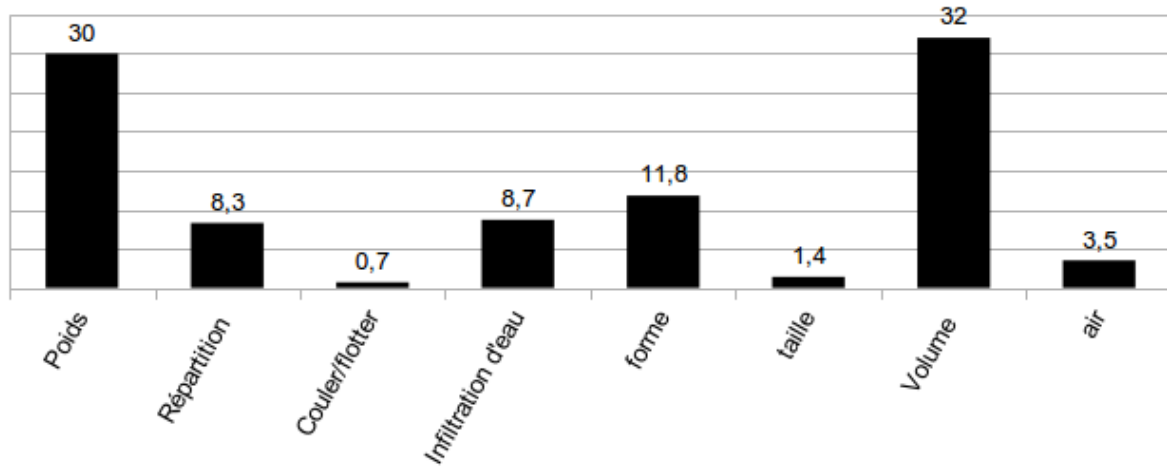
FIGURE 7



Répartition des thèmes abordés et des prises de parole durant la phase d'échange argumenté au cours de la séance avec formulation explicite d'hypothèses par les élèves.

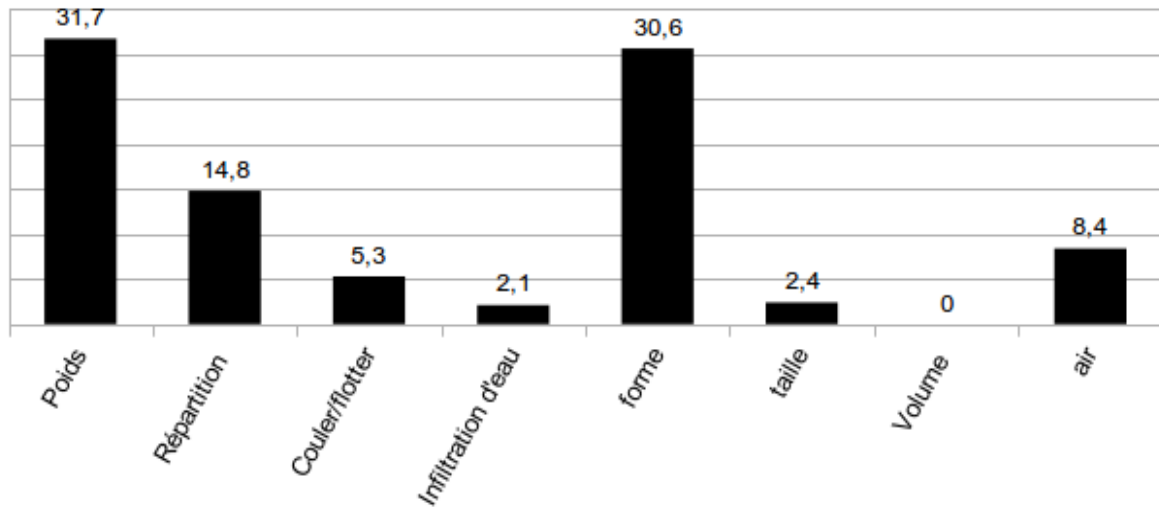
Actogram Kronos (Kerguelen, 2003)

FIGURE 8



Répartition en pourcentage du temps passé à propos de chaque thème durant la phase d'échange argumenté de la séance sans formulation explicite d'hypothèses

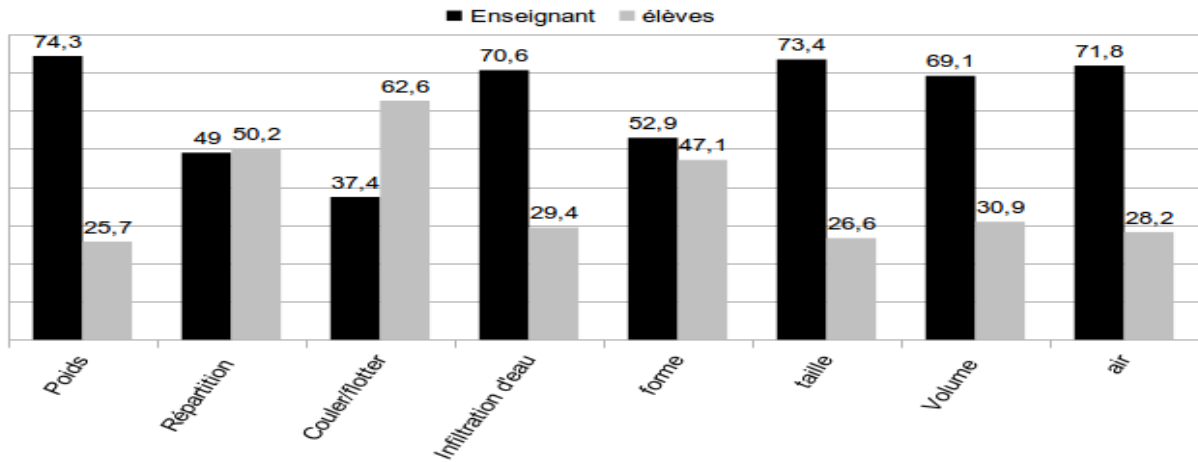
FIGURE 9



Répartition en pourcentage du temps passé à propos de chaque thème durant la phase d'échange argumenté de la séance avec formulation explicite d'hypothèses

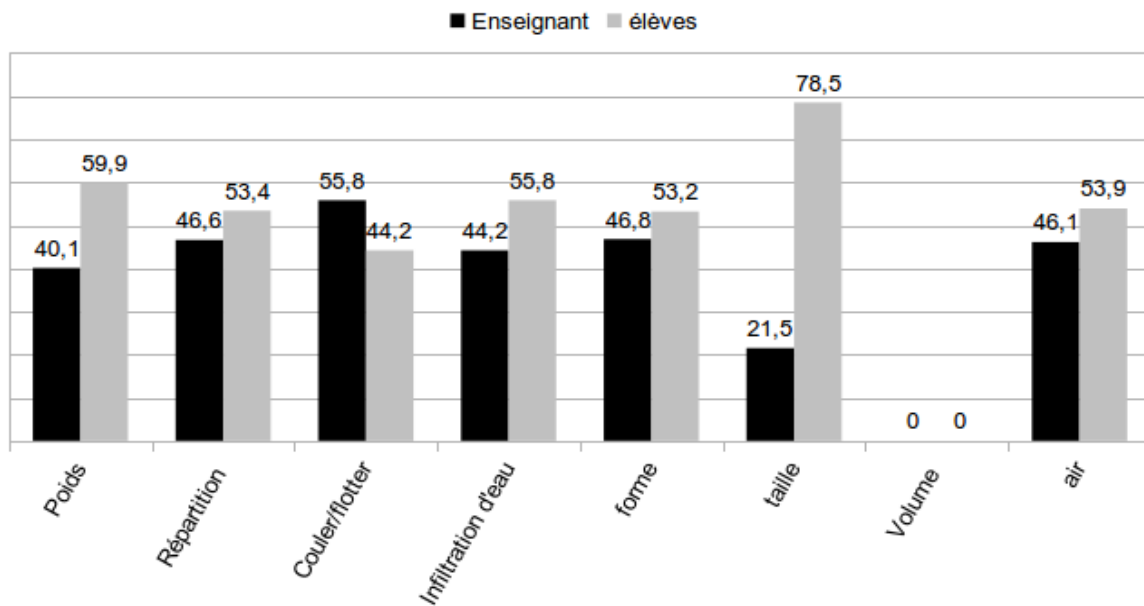
La formulation explicite d'hypothèses par les élèves modifie la proportion du temps de parole des élèves par rapport à celui de l'enseignant de manière différente pour chaque notion abordée pendant la phase d'échange argumenté

FIGURE 10



Pourcentage de temps de parole de l'enseignant et des élèves pour chaque thème abordé durant la phase d'échange argumenté de la séance sans formulation explicite d'hypothèses

FIGURE 11



Pourcentage de temps de parole de l'enseignant et des élèves pour chaque thème abordé durant la phase d'échange argumenté de la séance avec formulation explicite d'hypothèses

Au sein des thèmes prépondérants (figure 8 et figure 9), la répartition des temps de parole est globalement la même que lors de l'échange argumenté dans son ensemble (figure 10 et figure 11).

Pour la séance sans formulation d'hypothèses il est cependant intéressant de voir que pour le thème de la forme du bateau, la répartition est plus équilibrée que sur l'ensemble de l'échange argumenté, et que pour le thème de la répartition des pièces dans le bateau le temps de parole est occupé majoritairement par les élèves (figure 10).

Pour la séance avec formulation d'hypothèses on retrouve globalement, pour chacun des thèmes prépondérants, la même configuration que lors de l'ensemble de l'échange argumenté (figure 11).

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'étape de formulation explicite d'hypothèses par les élèves semble donc générer d'importantes différences entre les phases d'échange argumenté des deux séances. Ces différences apparaissent principalement au niveau de la répartition des temps de parole entre l'enseignant et les élèves et de la répartition des thèmes abordés pendant l'échange.

La formulation d'hypothèses semble faciliter la prise de parole et augmenter la durée des interventions des élèves. Elle semble également modifier l'avancée des notions en jeu en favorisant l'émergence de certains thèmes au cours de l'échange argumenté. La différence de répartition des temps de parole au sein de chaque thème est difficile à mettre en évidence. En effet lors de la séance avec formulation d'hypothèses, au sein des principaux thèmes on retrouve la répartition globale. En revanche pour la séance sans formulation explicite d'hypothèses, sur les cinq principaux thèmes, deux présentent une répartition des temps de parole proche de celle de la séance avec formulation explicite d'hypothèses alors que les trois autres suivent la répartition globale. On peut donc penser que le fait que ce soit l'enseignant qui parle majoritairement se traduit par le fait qu'il amène les élèves à parler de sujet sur lesquels ils s'expriment peu spontanément.

Dans le système d'activité (Engeström & Sannino, 2010), la comparaison des deux séances semble montrer que les actions des sujets sont différentes en fonction de la présence ou non d'une phase de formulation d'hypothèses. En effet, l'objet de l'activité : "faire émerger les paramètres de flottabilité au cours d'un débat", est le même dans les deux séances, mais les actions des sujets présentent des différences. Ces actions se traduisent à travers les thèmes qui sont évoqués durant le débat, et si la nature de ces thèmes ne présente pas, excepté pour le volume, de grandes différences, les proportions dans lesquelles ils sont évoqués ne sont pas les mêmes lorsque des hypothèses écrites ont été formulées.

Si l'objet de l'activité ne présente pas de différences très marquées, l'élément du système d'activité "division du travail" présente une modification importante quand des hypothèses écrites ont été formulées. Cette division du travail peut-être vue à travers la répartition horizontale des actions, en effet les élèves participent plus et ce sont leurs actions de communication qui occupent la majorité de l'espace temporel. Mais aussi à travers la répartition verticale des pouvoirs, le fait que les élèves évoquent plus de paramètres montre une implication plus grande dans le débat. Lors de la séance sans formulation d'hypothèses écrites l'enseignant oriente les thèmes du débat et le fait que ce soit lui qui évoque le plus de paramètres peut refléter une posture plus autoritaire, moins ouverte à laisser les élèves travailler par eux-mêmes. Ces

modifications de la division du travail sont particulièrement marquées quand on les observe en fonction des thèmes qui constituent l'objet de l'activité.

Nous avons considéré que ces modifications dans le système d'activité, lors du moment d'échange argumenté, permettraient d'attribuer le rôle d'instrument à la formulation écrite d'hypothèses. En effet même si la façon dont cet instrument peut-être utilisé par l'enseignant et les élèves n'apparaît pas explicitement à travers les actions des sujets, les modifications qu'il produit sur le système d'activité nous semblent suffisamment importantes

Cependant les différences qui apparaissent dans la gestion des deux phases de débat peuvent aussi être dues à une différence de niveau entre les classes et pas uniquement à la mise en place d'une phase de formulation explicite d'hypothèse. En effet il est difficile, de juger de l'exacte équivalence des deux classes d'un point de vue scolaire, particulièrement dans le cas d'une phase d'échange argumenté où malgré les efforts de l'enseignant pour distribuer la parole à tous, les individualités de chaque élève jouent un rôle très important. Il est difficile, également, de juger des facteurs propres à l'enseignant qui ont pu impacter sa conduite de l'échange argumenté, que ce soit des facteurs comme ses impressions sur la première séance qui ont pu impacter la deuxième ou les effets d'attente qu'il a de chaque classe.

Afin d'obtenir, une plus grande fiabilité des résultats sur l'impact d'une phase de formulation explicite d'hypothèses, il serait important et intéressant d'observer un plus grand nombre d'enseignants et de classes, afin de se faire une meilleure idée de l'impact des facteurs qui leur sont propres. De plus une analyse plus fine, des transcriptions exactes de ce qui est dit durant la phase d'échange argumenté permettrait de mettre à jour comment la répartition des temps de parole se fait réellement et quels sont les échanges précis de savoir durant la séance.

RÉFÉRENCES

- Boilevin, J.-M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants: regards didactiques*. Bruxelles: De Boeck.
- Calmettes, B. (2009). Démarche d'investigation en physique. Des textes officiels aux pratiques en classe. *Spirale*, 43, 139-148.
- Cariou, J.-Y. (2013). Démarche d'investigation: en veut-on vraiment? Regard décalé et proposition d'un cadre didactique. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 7, 137-166.
- Engeström, Y., & Sannino, A. (2010). Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Educational Research Review*, 5(1), 1-24.
- Grangeat, M. (2013). *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation: des formations et des pratiques de classe*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Gyllenpalm, J., & Wickman, P. (2011). The uses of the term Hypothesis and the inquiry emphasis conflation in Science Teacher Education. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1993-2015.
- High Level Group on Science Education. (2007). *Science Now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Union.
- Kerguelen, A. (2003). *Actogram Kronos pour Windows*. Toulouse, France : Éditions Octares.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) (2008). *Programme du collège: programme de l'enseignement de physique-chimie*. Bulletin Officiel spécial, 6, France.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.

OECD. (2006). *Evolution of student interest in science and technology studies*. Policy report, Paris: OECD.

Oh, P. S. (2010). How can teachers help students formulate scientific hypotheses? Some strategies found in abductive inquiry activities of Earth Science. *International Journal of Science Education*, 32(4), 541-560.

Park, J. (2006). Modelling analysis of students' processes of generating scientific explanatory hypotheses. *International Journal of Science Education*, 28(5), 469-489.

Pearson, S. (2009). Using activity theory to understand prospective teachers' attitudes to and construction of special educational needs and/or disabilities. *Teaching and Teacher Education*, 25(4), 559-568.

Pelissier, L., & Venturini, P. (2012). Qu'attendre de la démarche d'investigation en matière de transmission de savoirs épistémologiques ? In B. Calmettes (Ed.), *Didactique des sciences et démarches d'investigation. Références, représentations, pratiques et formation* (pp. 151-18). Paris : L'Harmattan.

Prieur, M., Monod-Ansaldi, R., & Fontanieu, V. (2013). L'hypothèse dans les démarches d'investigation en sciences, mathématiques et technologie : convergences et spécificités disciplinaires des représentations des enseignants. In M. Grangeat (Ed.), *Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation. Des formations et des pratiques de classe* (pp.59-78). Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

Venturini, P., & Tiberghien, A. (2012). La démarche d'investigation dans le cadre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques : étude de cas au collège. *Revue Française de Pédagogie*, 180(3), 95-120.