

## Tensions entre interactions didactiques et rôle des écrits des élèves dans le développement de l'autonomie : étude de cas en classe de cinquième en physique-chimie

CHARLINE MORLET, SUZANE EL HAGE

Université de Reims Champagne-Ardenne  
France  
suzane.elhage@univ-reims.fr

### ABSTRACT

*In this text, autonomy and interactions are examined during a lesson on mass and volume in a Year 7 class in France. Autonomy is defined according to the AtA2d analytical framework, distinguishing between two forms of autonomy: pedagogical autonomy and didactic autonomy linked to a specific subject. The concept of interaction is explored through the communicative approach, which distinguishes four types of verbal discourse in science classes, together with a consideration of all dimensions of non-verbal communication. The data collected, classroom videos and written work produced by the pupils, are analysed and illustrate the gap between the teacher's educational intention (to develop pupil autonomy) and its actual implementation in the classroom. Thus, it is found that without real interaction with the teacher (no interaction or little directive interaction), who intervenes only when asked, there is an "illusion" of autonomy.*

### KEYWORDS

*Students' autonomy, interactions, physics and chemistry class, secondary school, students' writing*

### RÉSUMÉ

*Dans ce texte, autonomie et interactions, deux notions importantes lors des enseignements en classe sont interrogées lors d'une séance qui porte sur la masse et le volume en classe de cinquième en France. L'autonomie est définie selon le cadre d'analyse AtA2d, c'est-à-dire selon deux formes d'autonomie : une autonomie transversale et une autonomie didactique liée à une discipline scolaire précise. Quant à la notion des interactions, elle est abordée en faisant appel non seulement à l'approche communicative, distinguant 4 formes de discours verbal dans une classe de sciences, mais également en prenant en compte tout ce qui relève des interactions non-verbales. Les données recueillies, vidéo de classe et traces écrites produites par les élèves, sont analysées et permettent d'illustrer le décalage entre l'intention pédagogique de l'enseignant (développer l'autonomie des élèves) et la mise en œuvre effective en classe. Ainsi, il a été constaté que sans réelle interaction avec l'enseignant (aucune interaction ou peu d'interaction de type directive), qui n'intervient que s'il est sollicité, cela procure à celui-ci une « illusion » d'une autonomie de ses élèves.*

### MOTS CLÉS

*Autonomie des élèves, interactions, classe de physique-chimie, collège, écrits des élèves*

## INTRODUCTION

Nous présentons dans cet article un travail de recherche mené lors d'une séance de travaux pratiques (TP) au collège en France susceptible de contribuer au développement de l'autonomie en classe de physique-chimie (PC). Rappelons que dans le contexte institutionnel français, les prescriptions officielles de physique-chimie mentionnent le terme autonomie depuis 1997, année où l'enseignement de cette discipline est réapparu au collège (MEN, 1997, 2005, 2008, 2020) mais cette notion reste floue et dépourvue de définition explicite. Ainsi, en l'absence d'une clarification explicite de ce que recouvre l'autonomie, chaque enseignant l'interprète selon ses propres conceptions, pratiques et expériences personnelles. Cela peut entraîner une grande hétérogénéité dans les modalités mises en œuvre, voire une absence de prise en compte réelle de cette visée.

Le rôle de l'enseignant s'avère incontournable dans la création des conditions propices au développement de l'autonomie. De nombreuses recherches le soulignent, et ce à différents (Basten et al., 2014; Berger & Girardet, 2016; Jang et al., 2010; Patall et al., 2018; Quéré et al., 2022; Ravestain, 1999; Reeve & Cheon, 2021; Reeve & Halusic, 2009; Reeve et al., 2014; Vorholzer & Aufschnaiter, 2019; Xu et al., 2021; Zhang et al., 2020). El Hage (2023) a identifié trois entrées sur lesquelles un enseignant peut agir pour développer l'autonomie de ses élèves :

- Le choix des ressources<sup>1</sup> pourrait constituer un des leviers à mobiliser par l'enseignant susceptible de soutenir le développement de l'autonomie des élèves. El Hage et al. (2024) propose une grille d'analyse permettant de mesurer la place potentiellement accordée à l'autonomie dans une ressource de PC ou de mathématique. À noter que le support de l'activité qui définit la tâche de l'élève est choisi par l'enseignant et constitue un levier en amont de la tâche ;
- Le soutien organisationnel qui ne doit pas se limiter à donner le choix aux élèves, ce levier s'applique lors de la mise en œuvre des situations d'enseignement et d'apprentissage.
- La gestion des interactions qui peut à la fois favoriser ou freiner le développement de l'autonomie des élèves. Leurs impacts dépendent de leur nature, de leur contenu etc. Ce levier peut survenir à tout moment lors de la mise en œuvre dans la classe. El Hage (2024) illustre comment les interactions, verbales et non verbales, en classe de physique favorisent certains domaines de l'autonomie et en freinent d'autres.

Plé et al. (2024) proposent d'ajouter un quatrième levier : l'usage des écrits des élèves. Selon ces auteurs, les écrits, lorsqu'ils sont mobilisés à différents moments d'une séance ou d'une séquence, pourraient contribuer à structurer la pensée des élèves, organiser leurs actions et favoriser la prise de conscience de la démarche scientifique.

D'autres travaux mettent l'accent sur les conditions matérielles et contextuelles. Robertson & Gail Jones (2013), à partir d'une enquête auprès d'enseignants de sciences chinois et américains, soulignent que l'autonomie des élèves est étroitement liée aux travaux pratiques et dépend de l'accès aux espaces, aux équipements et aux matériaux nécessaires aux activités de laboratoire : « *Teacher autonomy is particularly significant in science, because instruction*

---

<sup>1</sup> Il faut entendre « ressource » en tant que « tout ce qui est susceptible de re-sourcer le travail du professeur » (Adler, 2010). Ainsi une ressource peut être matérielle, une copie d'élève, ou humaine, un échange avec un collègue. À cela s'ajoutent également les ressources numériques (forme audio ou vidéo) etc. Nous utilisons cette définition sans pour autant mobiliser, dans cette partie, le cadre de l'approche documentaire du didactique (Gueudet & Trouche, 2021). Pour autant, c'est un cadre qui pourrait, dans des recherches futures, apporter un approfondissement à cette entrée.

*is heavily dependent upon access to space, equipment, and materials needed for laboratory activities* » (ibid, p. 13).

La liberté pédagogique et la perception qu'a l'enseignant de sa propre autonomie jouent également un rôle clé. Bennett et al. (2016) soulignent que si enseignant ressent un manque d'autonomie dans son propre environnement de travail, alors cela pourrait freiner à la mise en place de stratégies visant à favoriser le développement de l'autonomie des élèves. Dans la même perspective, Le Bouil et al. (2019) et à travers 10 entretiens menées auprès des enseignants français, soulignent que certains d'entre eux associe directement l'autonomie en classe de PC aux travaux pratiques.

Dans l'étude exploratoire présentée ici, nous souhaitons analyser comment les croyances d'un enseignant de physique-chimie sur l'autonomie des élèves et son développement influencent les types d'interactions instaurés avec les élèves ainsi que les écrits à produire qui leurs sont demandés lors d'une séance de travaux pratiques, séances nécessitant généralement des productions écrites de la part des élèves (compte rendu, protocole expérimental etc.).

## CADRE CONCEPTUEL

Pour mener notre étude, nous mobilisons trois éclairages théoriques : les croyances de l'enseignant (Pajares, 1992), le cadre d'analyse AtA2d (El Hage, 2023, 2024, 2025a) et l'approche communicative (Mortimer & Scott, 2003).

### *Croyances des enseignants*

Pajares (1992) parle des croyances éducatives des enseignants. Il montre que ces croyances influencent la manière dont les enseignants voient leur rôle, prennent des décisions en classe et interagissent avec leurs élèves. Ces croyances touchent à de nombreux aspects de l'enseignement : la façon dont les élèves apprennent, les stratégies pédagogiques jugées efficaces, la gestion de la classe, la motivation, etc. Elles prennent racine dans les expériences personnelles des enseignants, leur formation, les modèles qu'ils ont observés et les interactions qu'ils ont eues avec les autres.

Comme le soulignent Pajares (1992), Vause (2009) et Farges (2020), les croyances des enseignants influencent directement leurs pratiques pédagogiques.

### *Le cadre d'analyse Autonomie transversale et Autonomie didactique disciplinaire : cadre dual en classe de physique-chimie*

Le cadre d'analyse AtA2d, Autonomie transversale et Autonomie didactique disciplinaire (El Hage, 2024) distingue deux formes d'autonomie. L'autonomie transversale (At) concerne des éléments du travail de l'élève présents dans toutes les disciplines. Elle ne dépend pas de la nature des savoirs engagés dans la classe. Quant à l'autonomie didactique disciplinaire (Add ou A2d) elle est liée au savoir en jeu et se particularise au regard des dimensions épistémologiques spécifiques de la discipline scolaire (la physique en ce qui nous concerne). De plus, elle est en lien avec les tâches particulières liées aux situations d'enseignement, d'étude et d'apprentissage de la discipline (physique).

At et A2d se déclinent chacune en sept domaines, conformément à ceux proposés par Alberio (2004), et sont construites autour d'une série d'indicateurs. Ceux de l'At sont créés sur la base des indicateurs génériques proposés par Alberio (ibid.). Quant à ceux de l'A2d, ils sont inspirés des indicateurs génériques et singularisés au regard de la nature des savoirs et des savoir-faire susceptibles d'être activés dans la classe de physique. Autrement dit, les relations de modélisation, fondatrices de l'élaboration des savoirs en physique, au cœur de

l'enseignement de cette discipline (Tiberghien, 1994) d'une part, et l'aspect sémiotique permettant de communiquer les éléments du savoir en classe de physique (Bécu-Robinault, 2018) d'autre part, sont constitutifs de ce cadre A2d.

Le tableau 1, composé de 4 colonnes, présente le cadre d'analyse AtA2d avec des exemples de conduites attendues des élèves en autonomie didactique. Les 3 premières colonnes reprennent le cadre d'analyse AtA2d qui propose une série d'indicateurs non hiérarchisés, qui ne sont pas révélateurs d'un certain niveau d'autonomie mais bien de l'autonomie en général. Nous avons ajouté une 4<sup>ème</sup> colonne fournissant des exemples d'indicateurs pour chacun des sept domaines, en lien avec la thématique de mesure de masse et de volume pour des élèves de 12-13 ans en classe de cinquième (thématique qui nous concerne dans ce texte).

**TABLEAU 1**  
*Adaptation du cadre d'analyse AtA2d (El Hage, 2024)*

| <b>Domaines de l'autonomie</b> | <b>Indicateurs de l'autonomie transversale</b>                                                                                                         | <b>Indicateurs de l'autonomie didactique disciplinaire</b>                                                                                                                                                | <b>Indicateurs pour la thématique mesure de masse et volume</b>                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Technique                      | Maîtrise des technologies numériques utilisées et capacité à s'adapter face à la diversité des outils et supports.                                     | Prélèvement d'informations sur des grandeurs mesurables.<br>Maîtrise des tâches numériques (utilisation des logiciels/ applications en physique) ou du matériel expérimental (instrument de mesure etc.). | Mesurer de manière directe ou indirecte la masse et le volume d'un solide ou d'un liquide à l'aide d'une balance et d'une éprouvette graduée.                                                                           |
| Informationnel                 | Recherche et traitement de l'information : maîtriser les outils de recherche documentaire, savoir rechercher et trouver l'information, etc.            | Recherche et traitement de l'information sur des sites dédiés en physique, chercher dans son cours, dans son manuel etc.<br>Identification de la nature de l'information.                                 | Chercher l'information dans des documents sur le protocole à suivre pour la mesure de la masse et du volume d'un objet (solide ou liquide).                                                                             |
| Méthodologique                 | Organisation de son travail en classe ou à la maison en tenant compte des objectifs et des contraintes diverses.                                       | Organisation de son activité en physique dans le temps.<br>Mettre en œuvre un protocole expérimental donné par le professeur.<br>Proposition d'un protocole avec des étapes.                              | Mettre en place un protocole expérimental avec des étapes dans le délai imparti.<br>Noter les observations et prendre des notes suite à la mise en œuvre d'un protocole pour pouvoir rédiger plus tard un compte rendu. |
| Social                         | Collaboration avec d'autres élèves et/ou avec le professeur.<br>Développement d'une attitude d'empathie, d'ouverture et de tolérance envers ses pairs. | Échange et coopération avec d'autres élèves au sujet d'une situation en physique.<br>Sollicitation, à bon escient du professeur en classe de physique.                                                    | Échanger avec son binôme sur l'élaboration d'un protocole expérimental permettant de déterminer la masse ou le volume d'un solide ou d'un liquide.                                                                      |
| Cognitif                       | Aspects individuels de la construction d'une stratégie de travail. Création des liens                                                                  | Réinvestissement des connaissances apprises plus tôt en physique pour                                                                                                                                     | Distinguer un protocole expérimental d'un compte rendu.                                                                                                                                                                 |

|                 |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | entre les éléments nouveaux et les éléments stabilisés dans les représentations.                                                                                                          | résoudre une tâche sur un autre thème du programme.<br>Établissement d'un lien entre le monde des objets / événements et le monde des théories / modèles.<br>Recours à des opérations mentales variées concernant des contenus de physique. | Associer des unités correctes pour les grandeurs mesurées : g pour la masse et $\text{cm}^3$ pour le volume d'un objet.                                                                                                                                             |
| Métacognitif    | Activité réflexive sur l'action entreprise ; l'efficacité des modalités d'apprentissage choisies.                                                                                         | Capacité à s'auto-évaluer et utiliser ses erreurs pour faire évoluer une stratégie en physique. Être conscient de ses propres stratégies en physique. Contrôle de ses résultats en physique.                                                | Vérifier la cohérence de sa mesure et de l'unité choisie en se servant de ses notes ou d'une fiche mise à disposition.<br>Ajuster l'unité au cas où l'élève se rend compte d'une erreur.<br>Vérification des unités de mesure pour les grandeurs mesurées (m et V). |
| Psycho-affectif | Estime de soi : oser répondre lorsqu'une question est posée à la classe entière, oser montrer son travail à tous.<br>Motivation extrinsèque et/ou intrinsèque par rapport à des contenus. | Prise d'initiatives lors de la résolution d'un exercice ou d'une activité expérimentale en physique.<br>Motivation extrinsèque et/ou intrinsèque pour des savoirs en physique, pour la compréhension du fonctionnement de la physique.      | Persévérer pour trouver la masse ou le volume d'un objet (très petit comme une vis ou un grain de riz).                                                                                                                                                             |

Bien que l'organisation en lignes et colonnes dans ce tableau facilite la lecture, les éléments présentés ne sont pas pour autant indépendants les uns des autres. Des dynamiques peuvent exister entre At et A2d à travers ces deux formes d'autonomie sans qu'il soit forcément possible de définir un sens unique d'influence parmi les deux. De plus, une dynamique existe entre les différents domaines.

L'intérêt de cette catégorisation par domaine de l'autonomie est de mettre en évidence ce qui est attendu d'un élève autonome en physique selon des domaines interconnectés. Ainsi, le cadre d'analyse donne une définition analytique de l'autonomie ; l'autonomie est la reconstitution de tous les domaines dans les deux formes (At et A2d) sachant que le tout est supérieur à la somme des parties.

### ***L'approche communicative***

L'approche communicative (Mortimer & Scott, 2003) s'inscrit dans une perspective socioculturelle de l'enseignement et de l'apprentissage. Ce cadre théorique permet d'analyser la manière dont l'enseignant guide les interactions en classe de sciences et de dresser une typologie des formes de discours entre l'enseignant et les élèves selon deux entrées : (1) dialogique ou autoritatif<sup>2</sup> et (2) interactif ou non interactif.

<sup>2</sup> Selon Buty et Badreddine (2009), le terme autoritatif utilisé en anglais dans le cadre théorique de Mortimer & Scott (2003) qualifie la capacité de l'enseignant à constituer une référence pour les points de vue des élèves, relative au savoir à enseigner. La conséquence est que la traduction du terme « autoritatif » n'est pas « autoritaire ».

La communication est qualifiée de « dialogique » si l'enseignant prend en considération les différents points de vue énoncés par les élèves, c'est-à-dire qu'il reconnaît leurs idées et qu'il les discute. En revanche, l'approche est qualifiée d'« autoritative » si l'enseignant ne prend en considération qu'un seul point de vue ; la plupart du temps ce point de vue correspond au point de vue le plus proche des savoirs scolaires enseignés. Dans ce cas, l'enseignant reformule, par exemple, les idées des élèves mais peut être plus radical et les ignorer complètement.

La communication « interactive » articule la participation de l'enseignant et des élèves (ou de plusieurs personnes). Elle est « non-interactive » lorsqu'elle implique seulement l'enseignant, ou qu'elle exclue la participation de toute autre personne en dehors du premier locuteur.

Cette approche a déjà été mobilisée pour comprendre la dynamique de la communication en classe de physique (Bécu-Robinault, 2018; Buty & Mortimer, 2008; El Hage, 2012, 2025b; Scott & al., 2006). Ces deux entrées combinées génèrent quatre formes de discours entre les élèves et l'enseignant. La mise en tension de différentes formes de discours met en évidence la place tenue par les idées des élèves et de l'enseignant au fil du temps. Les idées ne se conçoivent pas toutes indépendamment des productions des écrits.

### ***Question de recherche***

Lors d'un TP en physique-chimie, les élèves travaillent généralement en binôme, notamment pour les aspects expérimentaux et pour la planification d'un protocole d'expérience et/ou la production d'un compte rendu. Les conceptions d'un enseignant de PC sur l'autonomie des élèves et son développement influencent les types d'interactions instaurés avec les élèves ainsi que la place et le rôle des écrits à produire suites aux tâches prescrites demandées. Nos questions de recherche sont ainsi les suivantes : en quoi les croyances d'un enseignant de PC sur l'autonomie des élèves influencent-elles ses interactions avec les élèves ? Quelle est la place des écrits des élèves dans le développement de différents domaines de l'autonomie ?

## **MÉTHODOLOGIE DE E RECUEIL ET DE TRAITEMENT DE DONNÉES**

### ***Recueil de données***

Pour notre étude exploratoire, le recueil est composé de différents types de données : entretien ante-séance avec l'enseignant, une vidéo de séance en classe et un entretien post-séance (quelques jours après l'enregistrement). De plus, nous avons scanné des copies des traces écrites produites par des élèves sur la « fiche élève » ainsi que la « fiche méthode » pour cette séquence (il s'agit d'une fiche que l'enseignant avait déjà donné aux élèves et leur a demandé de réviser chez eux qui rappelle comment mesurer une masse, mesurer un volume et rédiger un protocole expérimental).

La vidéo est prise lors de la dernière séance d'une séquence d'enseignement en classe intitulée « la chimie du quotidien ». L'enseignant de PC qui a accepté d'être filmé et de nous accorder des entretiens<sup>3</sup> était volontaire. Nous lui avons demandé de nous accueillir dans sa

---

» car cette dernière est en lien avec la capacité de l'enseignant à donner des ordres aux élèves (leur demander de se taire, leur demander de se mettre en rang, les évaluer).

<sup>3</sup> Le guide d'entretien a été développé en nous basant sur le cadre conceptuel AtA2d. Aucune question à la base n'était prévue sur les représentations sémiotiques. Cependant l'enseignant ayant évoqué en entretien qu'un élève autonome est celui qui est en mesure de passer du dessin au schéma, nous avons saisi l'occasion pour explorer cette question.

classe<sup>4</sup> lors d'une séance visant selon lui, le développement de l'autonomie des élèves. Aucune autre précision n'a été apportée lors de la prise de contact.

La séance choisie par l'enseignant portait sur la détermination de la masse et du volume d'un solide et d'un liquide. Les deux objectifs figurent en haut de la « fiche élève » à savoir :

- (1) planifier une tâche expérimentale, ce qui nous semble nécessiter la rédaction d'un protocole ;
- (2) mesurer des grandeurs de manière directe et/ou indirecte, ce qui nous semble nécessiter une familiarisation avec le matériel du laboratoire.

Plus précisément, il s'agit d'une séance de travaux pratiques pendant laquelle 16 élèves doivent répondre à la même question « déterminer la masse et le volume » de quatre objets différents (eau, cylindre en métal, bouchon en caoutchouc et vis) en complétant par groupe la fiche « élève » (Figure 1).

FIGURE 1

Chapitre 3 : La chimie au quotidien      Organisation et transformation de la matière

NOM – Prénom :      Note :

|                                                                                                           |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| Planifier une tâche expérimentale, organiser son espace de travail, garder des traces écrites des étapes. | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Mesurer des grandeurs physiques de manière directe et/ou indirecte. Suivre un protocole expérimental.     | 1 | 2 | 3 | 4 |

Activité 1 : Mesurer une masse et un volume au quotidien, une tâche simple ?

Vous avez sur votre table plusieurs objets. Votre objectif du jour, pour chaque objet : mesurer la masse et mesurer le volume et ainsi remplir le tableau ci-dessous.

| Objet  | Échantillon d'eau | Un morceau de métal | Un bouchon | Une Vis |
|--------|-------------------|---------------------|------------|---------|
| Masse  |                   |                     |            |         |
| Volume |                   |                     |            |         |

Matériel à disposition : balance, bécher, éprouvette graduée, spatule, coupelle, fiche méthode mesures, formules mathématiques.

Pour chaque objet, décrivez votre méthode et remplissez les cases en écrivant :

1) Le matériel utilisé    2) le protocole réalisé (1..... ; 2..... ; 3.....)  
 3) Le résultat de votre expérience détaillé

Objet 1 : L'eau

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Mesure de la masse | Mesure du volume |
|                    |                  |

Objet 2 : Le métal

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Mesure de la masse | Mesure du volume |
|                    |                  |

Objet 3 : Le bouchon

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Mesure de la masse | Mesure du volume |
|                    |                  |

Pour aller plus loin : Objet 4 : La vis

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Mesure de la masse | Mesure du volume |
|                    |                  |

Bilan personnel

« Fiche élève » à compléter par groupe au cours de la séance filmée

### Déroulement de la séance filmée

Durant les dix premières minutes de la séance, l'enseignant explique aux élèves ce qu'ils doivent faire : mesurer la masse et volume de quatre objets différents positionnés sur quatre paillasse différentes (l'eau, le métal, le bouchon et la vis). Pour cela, ils doivent 1) proposer le matériel à utiliser sous forme d'une liste écrite ; 2) écrire le protocole expérimental et 3) noter le résultat détaillé de l'expérience.

L'enseignant fait un rappel sur la nécessité de raisonner par étape lors de la rédaction d'un protocole expérimental. Il prend un exemple concret et dit :

<sup>4</sup> La date nous a été proposée par l'enseignant.

« Regardez, si je dois faire un protocole pour le matin quand je m'habille :

1. Je mets mes sous-vêtements.
2. Je mets le pantalon.
3. Je mets le tee-shirt.

Il faut que ce soit dans l'ordre. Parce que si je dis :

1. Je mets le pantalon.
2. Je mets le tee-shirt
3. Je mets le slip.

Ça ne marche pas bien, on est bien d'accord, vous avez compris le truc ».

Suite à ce rappel, un élève pose la question sur le temps à employer pour décrire un protocole : est-ce avec des verbes à l'infinitif comme dans la fiche méthode distribuée aux élèves au début de la séquence ou avec des verbes conjugués au présent, c'est-à-dire faire une description des actions avec le présent de l'infinitif ? L'enseignant répond que les 2 façons sont acceptables.

L'enseignant enchaîne avec le fait qu'il est nécessaire de ne pas oublier de noter le résultat trouvé suite à la réalisation de l'expérience : « donc à la fin les résultats, vous écrivez le résultat de votre expérience et s'il y a un petit calcul à faire vous mettez le calcul. Attention, on ne confond pas le protocole qui est la description de ce que l'on va faire et le compte-rendu qui est la description des résultats ».

Durant ces 10 minutes, l'enseignant sollicite un seul élève en lui posant une question fermée sur la différence entre protocole et compte rendu d'expérience. L'élève explique que le protocole est à rédiger avant la réalisation de l'expérience contrairement au compte rendu.

Les élèves sont répartis en groupes pour réaliser les tâches demandées. L'enseignant projette un chronomètre sur le tableau pour que les élèves puissent s'organiser et libérer leurs paillasse aux autres au bout de 12 minutes.

Les élèves doivent réaliser les manipulations par binôme sur les quatre ateliers tournants. Ils sont libres pour choisir par quel atelier commencer. Le nombre limité de paillasse fait que les élèves ne commencent pas tous au même atelier et avec le même objet. Certains débutent avec un objet « simple » qu'ils ont déjà vu comme mesurer la masse et le volume de l'eau, tandis que d'autres débutent directement avec des objets dont la manière de déterminer la masse ou le volume demande des opérations cognitives plus complexes (déterminer la masse d'une seule vis alors que celle-ci est trop légère pour être mesurée directement). Les élèves sont en binôme pour manipuler mais doivent réaliser un protocole et un compte-rendu individuellement. Toutes les 15 minutes, les groupes doivent changer d'atelier. L'objectif est que chaque binôme puisse faire les 4 ateliers pendant cette séance de TP de 55 minutes.

Pour cet article, nous avons choisi de nous concentrer sur les interactions entre l'enseignant et trois groupes<sup>5</sup> lors de leur premier atelier respectif : le binôme A qui commence par la vis, le binôme B qui commence par le métal et le binôme C avec le bouchon. L'analyse porte donc sur ces trois groupes et correspond aux 15 premières minutes de la séance, c'est-à-dire le temps nécessaire pour que chaque groupe termine son premier atelier avant de passer au suivant.

### **Traitement des données**

Les entretiens (réalisés avant et après la séance) ainsi que la vidéo de classe ont fait l'objet de transcriptions intégrales.

---

<sup>5</sup> Le son sur la vidéo n'est pas audible pour le binôme D qui a commencé avec la mesure de la masse et du volume de l'eau au fond de la salle. C'est pourquoi il est écarté de l'analyse.

Concernant les entretiens, nous avons codé les croyances de l'enseignant sur ce qu'est un élève autonome en nous appuyons sur le cadre d'analyse AtA2d. Par exemple, l'extrait suivant « l'élève doit être capable de réaliser un travail sans qu'il n'y ait eu besoin de trop d'intervention ou de perturbation de l'enseignant » a été codé dans le domaine social de l'autonomie puisqu'il renvoie à la gestion des interactions par l'élève. Plus précisément, il relève du domaine social de l'autonomie transversale ( $A_{st}$ ) car aucun contenu disciplinaire spécifique en physique n'est mentionné.

L'analyse des vidéos s'est faite selon deux axes :

- ➔ l'organisation générale de la séance qui permet d'identifier les domaines de l'autonomie sollicités lors de sa mise en œuvre. Ainsi, le fait de travailler en binôme et de produire un rendu commun sur les mesures demandées relève d'une autonomie sociale didactique ( $A_{sd}$ ).
- ➔ les interactions entre l'enseignant et les élèves, transcrites et analysées en deux temps pour chaque binôme : d'abord celles concernant la mesure de la masse d'un objet, puis celles portant sur la mesure de son volume.

Enfin, les écrits produits par les élèves sont examinés en complément de la vidéo, afin d'étudier les traces laissées à l'issue des ateliers tournants.

## RÉSULTATS

### *Domaines de l'autonomie inférés suite à l'entretien anté séance*

L'analyse de l'entretien avec l'enseignant met en évidence sa croyance sur l'élève autonome. Pour lui, l'autonomie est à la fois transversale et didactique disciplinaire. Plus précisément, d'un point de vue transversal, l'élève autonome est celui qui<sup>6</sup> :

- Est capable de réaliser un travail sans qu'il n'y ait eu besoin de trop d'interventions ou de perturbations de l'enseignant ( $A_{st}$ ) ;
- Est capable de s'organiser pour réaliser une tâche tout en respectant le temps donné par atelier ( $A_{mt}$ ).

D'un point de vue didactique, l'élève autonome en PC est celui qui :

- Sait utiliser la balance et l'éprouvette graduée pour effectuer des mesures de masses et de volumes ( $A_{td}$ ) ;
- Est capable d'aller consulter la fiche méthode à disposition dans le cahier si besoin ( $A_{id}$ ) ;
- S'entraîne seul sur la rédaction d'un protocole d'expérience pendant les vacances, à la demande de l'enseignant ( $A_{md}$ ) ;
- Rédige seul des protocoles d'expériences fluides en TP ( $A_{cd}$ )<sup>7</sup> ;
- Distingue un protocole expérimental du compte rendu d'expérience ( $A_{cd}$ ) ;
- Sait interagir avec son binôme pour résoudre les tâches prescrites ( $A_{sd}$ ).

<sup>6</sup> Il s'agit ici de reformulations plus courtes des extraits de l'entretien.

<sup>7</sup> Nous considérons qu'à l'âge de 12 ans et sur un sujet relativement nouveau, la rédaction d'un protocole expérimental relève certes d'une autonomie méthodologique mais essentiellement du domaine cognitif de l'autonomie (comprendre la situation, formule une hypothèse). En effet, le domaine méthodologique de l'autonomie vient une fois que l'autonomie cognitive est construite. C'est pourquoi nous avons codé cet extrait par  $A_{cd}$  et non pas par  $A_{md}$ .

Nous avons repéré dans le discours de l'enseignant deux leviers<sup>8</sup> :

- Rassurer les élèves : « ils ont besoin d'être réconforté pour savoir s'ils vont dans la bonne direction » ;
- Faire travailler les élèves par groupe lors des TP : « l'apprentissage entre pairs sur l'expérimentation peut vraiment développer l'autonomie ».

Ces deux leviers identifiés dans le discours de l'enseignant sont complémentaires. Celui-ci semble concevoir l'autonomie comme un processus accompagné nécessitant « un climat de confiance ». L'autonomie ne se réduit pas à faire seul. Le travail de groupe semble en être un levier.

### ***Domaines de l'autonomie inférés lors de l'analyse de la mise en œuvre de la séance***

L'organisation de la séance soutient une autonomie méthodologique transversale ( $A_{mt}$ ) car les élèves s'organisent pour réaliser le travail demandé dans les délais impartis. La mise à disposition d'une fiche méthode soutient une autonomie didactique dans le domaine informationnelle ( $A_{id}$ ). Etant donné que les élèves doivent travailler par binôme pour manipuler et rendre un document complété en fin de séance, cela renvoie au domaine social de l'autonomie didactique<sup>9</sup> ( $A_{sd}$ ).

Lors du travail des binômes par atelier, l'enseignant circule entre les groupes. Il est venu voir le binôme A quand ils l'ont appelé. En revanche, c'est lui-même qui est allé voir le binôme C sans que les élèves l'appellent.

Nous avons constaté que tous les binômes libéraient leurs paillasse propres au bout de 12 minutes faisant ainsi preuve d'une autonomie  $A_{mt}$ .

Dans cette séance filmée, l'écrit était situé à la fin de l'expérience, bien que l'enseignant déclare vouloir rendre les élèves autonomes sur la distinction entre protocole d'expérience et compte rendu (2 écrits qui n'ont pas la même temporalité dans une démarche scientifique. L'analyse des traces écrites produites par les 3 groupes révèle chez les élèves non seulement une confusion entre protocole et compte rendu mais également une incompréhension des savoirs en jeu et notamment du volume (confusion dans les unités utilisées :  $cm^2$  vs  $cm^3$  ; cl vs ml).

### ***Analyse des interactions et traces écrites du binôme A : la vis***

Le binôme A commence par l'atelier vis qui nous semble plus complexe que les autres puisque :

- Pour la mesure de la masse, du fait de la précision nécessaire, la balance ne permet pas d'obtenir la masse d'une seule vis directement ;
- Pour la mesure du volume, l'éprouvette graduée choisie ne permet pas de lire la différence de volume obtenue en plongeant une seule vis dans de l'eau ;
- De plus, l'enseignant distingue dans sa fiche méthode l'unité à choisir lors de la mesure d'un volume d'un liquide (en ml) de la mesure du volume d'un solide (en  $cm^3$ ).

En fait, pour trouver la masse d'une seule vis, les élèves doivent utiliser les 10 vis déposées sur la paillasse, puis diviser le résultat obtenu par 10.

<sup>8</sup> El Hage (2023) défend l'utilisation du terme levier et le préfère à « conditions », « facteurs » ou « variables pédagogiques » afin de mieux décrire l'implication de l'enseignant dans le processus visant à développer l'autonomie des élèves.

<sup>9</sup> Les élèves peuvent avoir des discussions indépendantes du contenu mais sont aussi obligés de discuter de la manière dont ils vont procéder et de ce qu'ils vont noter sur la fiche à rendre à l'enseignant à la fin de la séance d'où le codage en  $A_{sd}$  et pas  $A_{st}$ .

À la suite d'une discussion rapide, les élèves du binôme A passent à la mesure de la masse d'une vis. Ils ont choisi la balance et semble avoir une autonomie technique dans son usage (A<sub>td</sub>). Les élèves mettent directement une vis sur la balance. Rien ne s'affiche et en plus, la vis glisse.

Le tableau 2 représente un extrait des interactions entre les élèves du binôme A (E1 et E2) et avec l'enseignant (noté P dans la transcription) lorsqu'ils font appel à ce dernier.

TABLEAU 2

*Transcriptions des interactions lors de la réalisation de la masse d'une vis*

| Transcriptions des interactions lors de la réalisation de la masse d'une vis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>E1 : Prends toutes les vis.<br/> E2 : Là c'est des grammes on est d'accord ? <b>en pointant la balance</b><sup>10</sup>.<br/> E1 : Oui.<br/> E2 : <b>Pose une vis sur la balance mais elle roule. Il essaye de la poser à l'horizontal elle glisse. En la posant à la verticale la vis ne tient pas.</b><br/> E1 : Pourquoi il y a un petit vase là-bas ? Une coupelle ?<br/> E2 : <b>Prends la coupelle et la met sur la balance. Il fait la tare.</b><br/> E1 : Ce n'est pas sur On/Off qu'il faut appuyer mais sur tare. Tu es en kilo ?<br/> E2 : Ça fait 5 grammes.<br/> E1 : <b>Il met une vise dans la coupelle délicatement. Il met ensuite la vise dans la coupelle moins délicatement.</b> Monsieur ! Monsieur !<br/> P : <b>L'enseignant arrive.</b><br/> E2 : Mais Monsieur ça ne change rien avec la coupelle ?<br/> P : Vous avez déjà utilisé une balance vous ?<br/> E2 : Bah oui ; <b>E2 manipule en présence de l'enseignant. Il prend de nouveau la balance. Il met la coupelle, appuie sur tare et pose une vis.</b><br/> P : <b>Prend toutes les vis dans sa main et échange oralement avec le binôme.</b> Je prends un exemple tout simple : 6 bonbons pèsent 20 grammes, combien pèse un bonbon ?<br/> E2 : 20 divisé par 20 ?<br/> P : Non. 10 Bonbons pèsent 20 grammes, combien pèse un bonbon ? Quelle est la masse d'un bonbon ?<br/> E2 : Ah ! 2 grammes.<br/> P : 2 grammes, comment tu as fait ?<br/> E2 : J'ai fait comme ça dans mon cerveau.<br/> P : Il faut en mettre plusieurs. <b>En montrant toutes les vis dans sa main. E2 hausse ses sourcils et recule un peu sa tête. L'enseignant met lui-même les 10 vis dans la coupelle placée sur la balance.</b><br/> E2 : 55 ! 55 s'affiche ! Il y en a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 vis !<br/> E1 : Donc ça c'est la masse ?<br/> E2 : Bah oui ce n'est pas le volume !<br/> E1 : Maintenant il faut faire le compte-rendu. Dépêche-toi, il ne nous reste que quelques minutes.<br/> E1 – Aller mets de l'eau dans l'éprouvette. Vite. Il faut en mettre combien ? Aller dépêche-toi.</p> |

Nous pouvons constater que les élèves n'abandonnent pas et ont répété plusieurs fois le dispositif de pesée. Au total, les élèves réalisent 5 essais infructueux (A<sub>pd</sub>) avant de décider d'appeler l'enseignant pour échanger sur leur « problème » (autonomie sociale).

Cependant, l'enseignant ne laisse pas vraiment les élèves réfléchir, il les guide dans la procédure, d'abord en prenant à la main le tas de vis sur la paillasse, ensuite en posant des questions directes sur les bonbons et leurs masses. Suite à l'absence de réactivité de la part des 2 élèves, l'enseignant intervient en posant lui-même 10 vis sur la balance qui affiche ainsi 40

<sup>10</sup> Ce qui est en gras correspond à une description d'une interaction non verbale.

grammes. Les élèves réalisent alors le calcul et trouvent que la masse d'une vis est de 4 grammes mais leur prise d'initiative est absente. Ainsi, l'intervention de l'enseignant sous une forme autoritative nuit au développement de l'autonomie cognitive (ils suivent donc ne construisent pas de connaissances) et méta cognitive (capacité à revenir sur leurs erreurs et absence de résultat).

Quant à la détermination du volume de la vis, le binôme a d'abord rempli l'éprouvette graduée d'eau. Mais en glissant une vis, le niveau de l'eau est directement supérieur aux graduations de l'éprouvette graduée. Ils ont ensuite décidé de remplir 40 mL d'eau dans l'éprouvette (presque la moitié) et de mettre une vis. Cependant, la valeur déplacée n'est pas lisible. Ils effectuent plusieurs tentatives en changeant à chaque fois le volume d'eau dans l'éprouvette avant de mettre la vis. Au bout de 5 essais ( $A_{pd}$ ), ils appellent l'enseignant. L'enseignant intervient en les invitant à mettre plusieurs vis et à faire « en sorte que toutes les vis soient immergées en appuyant avec la spatule ». Une fois qu'ils ont réussi à lire une valeur sur l'éprouvette, ce binôme est passé à compléter la fiche avec la liste de matériel à dresser, la rédaction du protocole et noter résultat.

Pour cet atelier, nous constatons que l'enseignant est intervenu pour aiguiller ce binôme quand il est sollicité par les élèves. Avec le discours autoritatif, il semble que le rôle des élèves s'est réduit par moment à suivre un protocole décidé par l'enseignant, même s'ils font ensuite le calcul seul. L'analyse des traces écrites de ce binôme (Figure 2) soutient qu'ils ont réussi à trouver la masse d'une vis mais nous nous demandons s'ils ont compris l'intérêt d'utiliser plusieurs vis ainsi que la façon de procéder. Les élèves vont-ils progresser dans la résolution face à un problème ?

FIGURE 2

| Objet  | Échantillon d'eau | Un morceau de métal | Un bouchon | Une Vis |
|--------|-------------------|---------------------|------------|---------|
| Masse  | 69 g              | 135 g               | 11 g       | 5,5 g   |
| Volume |                   | 18 cl               | 10 cl      | 6       |

Pour aller plus loin : Objet 4 : La vis

| Mesure de la masse                      | Mesure du volume                                                                |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Appuyer la balance                   | 1) Mettre 40 cl d'eau dans l'éprouvette graduée                                 |
| 2) Appuyer la soucoupe                  | 2) Mettre toutes les vis dans l'éprouvette et regarder de combien l'eau a monté |
| 3) Poser toutes les vis sur la soucoupe |                                                                                 |
| 4) Faire $55 - 50 = 5,5$ g.             | $40 \text{ cl} - 46 \text{ cl} = 6 \text{ cl}$                                  |

Traces écrites du binôme A sur l'atelier de la vis

Pour le volume, nous ne savons pas si la valeur trouvée correspond à une seule vis ou à l'ensemble des vis déposées dans l'éprouvette graduée d'après les traces écrites. De plus, nous constatons que les élèves n'ont pas utilisé les bonnes unités. L'éprouvette est graduée en millilitres -ml- (46 ml et non pas 46 cl). Nous nous demandons si ce binôme perçoit l'importance des unités et s'ils discernent l'utilité des conversions ?

Ce qui est noté par les élèves en fin de cet atelier avant la fin des 15 minutes relève d'une confusion entre un protocole expérimental (actions à mettre en place) et un compte rendu

(actions avec ajustements). Nous pouvons constater que les élèves indiquent dans leur écrit à l'étape 3 « poser toutes les vis sur la soucoupe ». Or, cette précision correspond à une adaptation faite en cours d'une expérience ; elle relève donc davantage d'un compte rendu d'expérience que d'un protocole.

Pour conclure, les interventions de l'enseignant sous une forme autoritative, qui s'appuient sur le domaine didactique technique de l'autonomie des élèves (avec le relevé de valeurs, les calculs), ont nuit au développement de l'autonomie cognitive. Les écrits produits par les élèves n'ont pas réellement servi pendant cette séance comme un levier d'apprentissage. Le fait que l'enseignant ait exprimé sa satisfaction quant au déroulement de la séance ainsi que de la production des élèves lors de l'entretien post séance, maintient les élèves dans leurs erreurs (confusion protocole expérimental et compte rendu d'expérience ; absence de liste de matériel etc.).

### *Analyse des interactions et traces écrites du binôme B : le métal*

**FIGURE 3**

| Objet  | Échantillon d'eau  | Un morceau de métal | Un bouchon        | Une Vis             |
|--------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Masse  | 70g                | 135g                | 1g                | 5g                  |
| Volume | 71 cm <sup>2</sup> | 19 cm <sup>3</sup>  | 1 cm <sup>2</sup> | 0,7 cm <sup>2</sup> |

  

| Objet 2 : Le métal                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mesure de la masse                                                                                                                    | Mesure du volume                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Protocole :<br>Allumer la balance<br>Changer d'unité<br>Placer le métal<br>Avoir le résultat<br>Matériel :<br>- la balance<br>- métal | Protocole :<br>Mettre de l'eau dans l'éprouvette graduée jusqu'à 101 ml.<br>Faire couler l'objet dans l'eau<br>Et regarder l'écart entre 101 ml et le chiffre et faire le calcul. (120-101=19)<br>Vous avez le résultat.<br>Matériel :<br>Eprouvette graduée - métal<br>eau |

*Traces écrites du binôme B sur l'atelier du métal*

Ce binôme a réalisé seul l'expérience, sans aucune interaction avec l'enseignant, pour trouver la masse et le volume du métal et a terminé 4 minutes avant le délai imparti. La vidéo montre que les élèves de ce binôme sont allés consulter la « fiche méthode » à disposition dans leur cahier. Une discussion sur l'unité à utiliser a eu lieu (selon la fiche méthode, on utilise des mL quand on mesure le volume d'un liquide et on utilise les cm<sup>3</sup> lorsqu'il s'agit du volume d'un solide).

Les valeurs sont directement remplies dans le tableau de mesure présenté au début de la « fiche élève » (Figure 3).

L'analyse des écrits produits par les élèves présente un protocole rédigé avec des verbes d'action à l'infinitif : mettre, faire, placer (comme sur la fiche méthode) suivi des résultats et

d'une liste de matériel. Présenter des résultats dans la continuité d'un protocole laisse penser à une absence de dissociation entre le protocole (de ce qui est à faire), le résultat et le compte rendu d'expérience. Cela pose des questions sur l'usage et le rôle de la démarche scientifique. Par ailleurs, l'unité utilisée pour le volume d'un liquide et d'un solide dans leurs écrits est en  $\text{cm}^2$  et non pas en  $\text{cm}^3$  ce qui laisse penser à une confusion des grandeurs mesurées (surface différente de volume). Nous nous demandons si la manipulation est au service des apprentissages et permet de comprendre ce qu'ils font ou pas.

### Analyse des interactions et traces écrites du binôme C : le bouchon

Pour cet atelier, nous considérons que la technique expérimentale est identique à celle du métal à une exception près : le bouchon flotte. Il s'agit d'un bouchon d'ermeneyer en caoutchouc. Ainsi, il fallait penser à une solution pour plonger le bouchon dans l'eau. L'enseignant avait mis à disposition un morceau de métal pour que les élèves s'en servent, le mette par-dessus afin que le bouchon puisse couler et ensuite faire un calcul de soustraction afin de trouver son volume sans prendre en compte celui du métal (Figure 4).

FIGURE 4

| Objet  | Échantillon d'eau | Un morceau de métal | Un bouchon | Une Vis |
|--------|-------------------|---------------------|------------|---------|
| Masse  | 70 g              | 135 g               | 11 g       | 6 g     |
| Volume | 71 mL             | 16 mL               | 10 mL      | 10 mL   |

Matériel à disposition : balance, béccher, éprouvette graduée, spatule, coupelle, fiche méthode mesures, formules mathématiques.

Pour chaque objet, décrivez votre méthode et remplissez les cases en écrivant :

1) Le matériel utilisé 2) le protocole réalisé (1..... ; 2..... ; 3.....)

3) Le résultat de votre expérience détaillé

Objet 1 : L'eau, le bouchon

| Mesure de la masse                                                                                                                                                                         | Mesure du volume                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) une balance + bouchon<br>2) Je prend la balance<br>j'appuie sur le bouton<br>on. Je dépose le<br>bouchon sur la balance<br>et je la pèse.<br>3) Le bouchon pèse 11g<br>selon la balance | 1) une éprouvette graduée +<br>un bouchon + de l'eau<br>2) Je prend l'éprouvette graduée<br>je mets de l'eau dedans je<br>regarde combien il y a de<br>mL puis je mets le bouchon<br>et je regarde l'eau a augmenté<br>de combien de mL<br>3)<br>Juste l'eau cela fait 70 mL<br>après avoir mis le bouchon ça<br>fait 80 mL le bouchon a un volume |

Traces écrites du binôme C sur l'atelier du bouchon

L'écrit de ce binôme montre une liste du matériel dressée avant le protocole, un protocole rédigé au présent avec le « je » et un résultat de la masse avec la bonne unité. Les deux élèves ont discuté entre eux, n'ont pas consulté la fiche méthode et n'ont pas appelé l'enseignant.

Pour le volume, aucune indication n'apparaît sur la manière de faire couler le bouchon à la lecture de leurs traces écrites. Les élèves semblent avoir rédigé un protocole même s'ils n'utilisent pas le mot *volume* explicitement mais plutôt l'unité mL, ni les termes *volume initial* et *volume final* : « je prends l'éprouvette, je mets l'eau dedans et je regarde combien il y a des

ml et je puis je mets le bouchon et je regarde l'eau a augmenté de combien de mL ». Nous constatons pour ce binôme que l'unité du résultat pour la valeur du volume du bouchon est en mL. Or, le bouchon est un solide donc l'enseignant attendait une unité en  $\text{cm}^3$ .

Pour ce binôme, nous pouvons voir que la liste du matériel est dressée, le protocole est rédigé et le résultat est noté, ce qui nous laisse penser qu'il y a une compréhension des fonctions différentes des deux types d'écrits : protocole vs constatation suite à la réalisation du protocole.

Sur la vidéo, on voit que l'enseignant passe à côté de ce binôme et le questionne : « Comment vous avez fait couler le bouchon ? ». Le binôme C explique avoir appuyé sur le bouchon avec un stylo et que le bouchon n'était pas remonté ensuite à la surface. Ces élèves ont donc trouvé une solution au problème qui se posait à elles : « faire couler le bouchon ». La solution trouvée n'est pas celle qu'attendait l'enseignant mais elle a fonctionné à la vue des résultats, ce qui nous amène à dire que, pour ce binôme, il y a potentiellement un développement du domaine cognitif de l'autonomie didactique et du domaine méthodologique de l'autonomie didactique.

À part cette question, on ne retrouve aucune autre interaction avec l'enseignant. Les élèves mobilisent une autonomie méthodologique didactique pour la rédaction « liste du matériel, protocole, compte-rendu » mais aussi une autonomie méthodologique transversale pour respecter le temps (10 minutes) pour effectuer l'ensemble des tâches.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans cet article, nous avons cherché à comprendre en quoi les croyances d'un enseignant de PC sur l'autonomie des élèves influencent-elles les interactions avec ses élèves et la place des écrits des élèves dans le développement de différents domaines de l'autonomie.

Pour cet enseignant, un élève autonome est celui qui sait travailler en binôme lors des TP avec très peu d'intervention de la part de l'enseignant. Au cours de cette séance analysée, les élèves travaillent en binôme, sans l'aide de l'enseignant sauf en cas de sollicitation et doivent remettre à la fin de la séance un seul document complété par groupe. La dimension sociale de l'autonomie est ainsi pleinement mobilisée, le TP se prêtant naturellement au travail en binôme. Nous pouvons ainsi dire que la vision de l'autonomie de cet enseignant n'est pas réduite à une approche individuelle.

Dans les faits, l'enseignant ne rentre en interaction qu'avec le binôme qui le sollicite (binôme A) ou lorsqu'il souhaite vérifier si la manipulation a été réalisée comme il l'avait imaginé (binôme C). Mais ce type d'échange crée une « illusion » du développement de l'autonomie des élèves car la communication reste non dialogique et non interactive.

Selon l'enseignant, le travail par binôme en TP peut favoriser l'autonomie de ses élèves. Ainsi, il a eu recours à une modalité de travail de groupe. Il pense en outre que pour y arriver, l'élève doit avoir confiance en lui : « l'importance de les placer en réussite et de ne pas les laisser quand ils ont des difficultés ».

La plupart des élèves ont rempli les documents conformément aux attentes de l'enseignant à la fin de chaque atelier. Constatant cela, l'enseignant se déclare satisfait lors de l'entretien post séance et considère que ses élèves étaient autonomes.

Lors de la mise en œuvre de cette séance, les interactions entre les 3 binômes et l'enseignant sont restées très limitées. Dans le cas du binôme A, l'enseignant est intervenu à la suite d'un appel à l'aide expliquant qu'il voulait « aiguiller les élèves pour qu'ils ne restent pas en difficulté et puissent avancer ». Cependant, nous considérons que c'est lui qui a surmonté les difficultés à la place des élèves tandis que les élèves se sont contentés de suivre ses indications. Cela limite le développement de l'autonomie didactique sur le plan cognitif.

Par ailleurs, se pose la question de l'impact d'un discours autoritativ et non interactif : contribue-t-il vraiment à développer une autonomie psycho-affective chez les élèves, ou bien les rend-il davantage dépendants de l'enseignant et de sa validation ?

À la fin de la séance, tous les groupes ont manipulé 4 fois une balance et 4 fois l'éprouvette graduée (si on compte 1 seule manipulation/atelier) et semblent savoir les utiliser. C'était l'un des objectifs de l'enseignant. Cependant, si on compare les 3 écrits présentés dans cette étude, nous pouvons constater que les élèves ont trouvé : la même masse pour le bouchon, la même masse pour le métal mais une valeur différente pour la masse de la vis bien qu'il s'agisse des mêmes vis (tableau 3 synthèse ci-dessous).

**TABLEAU 3**

*Regroupement des résultats notés sur chaque document de chacun de 3 binômes concernés et des 3 objets interrogés ici*

|                 | Masse et volume d'une vis |                     | Masse et volume du métal |                    | Masse et volume du bouchon |                    |
|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
| <b>Binôme A</b> | 9,5 g                     | 6                   | 135 g                    | 18 cL              | 11 g                       | 10 cL              |
| <b>Binôme B</b> | 5 g                       | 0,7 cm <sup>2</sup> | 135 g                    | 19 cm <sup>3</sup> | 11 g                       | 11 cm <sup>2</sup> |
| <b>Binôme C</b> | 6 g                       | 1 mL                | 135 g                    | 16 mL              | 11 g                       | 10 mL              |

Rappelons que la balance est un appareil de mesure numérique, avec la valeur de la masse qui s'affiche directement, contrairement à l'éprouvette graduée qui est un appareil de mesure analogique qui nécessite de lire la valeur du volume à l'aide des graduations, ce qui peut expliquer les écarts de valeurs pour les mesures des volumes.

Concernant les volumes, nous pouvons constater une absence d'unité, une confusion entre cL et mL, un usage inadapté des unités (cm<sup>2</sup> au lieu de cm<sup>3</sup>). Malgré la fiche méthode fournie, qui affiche clairement les étapes ainsi que les unités, et l'usage à plusieurs reprises des instruments de mesure, les élèves n'ont pas stabilisé leurs connaissances sur les unités du volume. Ont-ils compris la méthode de mesure du volume ?

Si l'objectif de familiarisation avec l'utilisation d'une balance et d'une éprouvette graduée pour faire des mesures semble atteint, mais avec des fragilités, il nous semble que le 2<sup>ème</sup> objectif consistant à distinguer un protocole d'un compte rendu ne l'est pas. Bien que l'enseignant déclare dans son entretien post séance qu'il est satisfait d'une façon générale, il reste dérangé par la confusion faite par les élèves : « j'attendais un protocole et ils ont été beaucoup à me faire un compte-rendu, c'est à dire à me mettre les résultats dans le protocole. Dans le compte-rendu on rend compte de ce qu'on a fait. Le protocole c'est la recette de cuisine ». La vidéo analysée nous amène à nous interroger sur le sens que l'enseignant donne réellement au compte rendu et notamment sur la relation entre les actions mises en place concrètement lors de la réalisation d'expériences pour avoir un résultat. D'ailleurs, l'enseignant dit : « Pour moi, c'est lié à un obstacle dans la rédaction. Je n'attendais pas forcément qu'ils rédigent un protocole avant qu'ils aient manipulé. Par contre, j'attendais bien d'eux qu'ils fassent la différence entre un protocole qui peut être appliqué à toute mesure, d'un compte rendu où ils vont marquer leurs résultats ».

Ce qui est déclaré en entretien post séance est divergent avec l'objectif qui consiste à planifier une tâche expérimentale avant d'agir. Il nous semble que rédiger un protocole après la réalisation de l'expérience fausse l'évaluation, c'est-à-dire ne permet pas d'anticiper mais décrire plutôt un récit ; l'écrit pourrait ressembler plus à un compte rendu (binôme A).

Par ailleurs, l'analyse plus fine des écrits des élèves (qu'il s'agisse d'un protocole ou d'un compte rendu) pour trouver les volumes des solides soulève un manque de vocabulaire scientifique : volume initial, volume final, lecture des valeurs sur l'éprouvette graduée à hauteur des yeux, unité sans association avec grandeur, etc.

Le fait que l'enseignant ait laissé les élèves décider du moment auquel ils peuvent compléter leur fiche ne permet pas à l'écrit de développer pleinement certains domaines de l'autonomie, en particulier l'autonomie cognitive didactique (A<sub>cd</sub>), qui implique de distinguer un compte rendu d'expérience d'un protocole d'expérimentation. Ce non-respect de la place et du rôle du protocole expérimental risque de compromettre la compréhension de la démarche scientifique.

Il nous semble qu'une interaction entre le professeur et les élèves, même sans sollicitation préalable, avant la manipulation aurait pu être bénéfique. Elle aurait permis de : clarifier le but de la manipulation et de donner du sens à l'expérience ; guider les élèves vers une distinction entre protocole d'expérience et compte rendu d'expérience ; prévenir les confusions en clarifiant les grandeurs et leurs unités. Le groupe B n'a pas du tout interagi avec l'enseignant, a fini en 11 minutes, a consulté la fiche méthode mais les élèves n'ont pas mis les bonnes unités pour les volumes.

Nos résultats soulèvent des questions sur les tensions entre les interactions et le développement de l'autonomie. Lorsque les croyances de l'enseignant privilégient l'entraide entre élèves et limitent volontairement son intervention, deux risques apparaissent : intervenir trop tôt et de manière autoritaire, ce qui empêche les élèves de chercher par eux-mêmes (cas du binôme A) ou, au contraire, ne pas intervenir du tout, ce qui peut conduire les élèves à appliquer des procédures sans comprendre (cas du binôme B). Nous pensons toutefois qu'il n'existe pas de contradiction entre interaction et autonomie si l'interaction est dialogique et interactive car elle permet de laisser de la place à l'initiative de l'élève.

Il nous semble que les premiers résultats de notre recherche exploratoire viennent enrichir la littérature sur le développement de l'autonomie des élèves en classe de sciences (Furtak & Kunter, 2012; Ramnarain & Hobden, 2015; Robertson & Gail Jones, 2013) en y introduisant une distinction nouvelle entre autonomie transversale et autonomie didactique.

Nous rappelons que l'étude présentée repose sur une seule séance de TP alors que l'enseignement se déploie habituellement sur plusieurs séances (séquence). Par ailleurs, les conditions de TP diffèrent des heures de cours classiques (groupes d'élèves et dynamiques de travail) sans oublier toutefois que le niveau d'enseignement est un élément essentiel dans ce type de recherche. Ainsi, tous ces paramètres sont susceptibles d'influencer la nature des interactions didactiques et les domaines d'autonomie sollicités et méritent d'être approfondis.

Cette étude exploratoire constitue le point de départ d'un travail plus large que nous avons engagé. Celui-ci vise à identifier les invariants dans les croyances de l'enseignant sur l'élève autonome, dans sa gestion des écrits produits par les élèves, dans la nature des interactions et dans le développement de l'autonomie, auprès d'un même enseignant intervenant en 6<sup>ème</sup> (11-12 ans), 5<sup>ème</sup> (12-13 ans) et 4<sup>ème</sup> (13-14 ans) dans le même collège en France.

## RÉFÉRENCES

Adler J. (2010). La conceptualisation des ressources. Apports pour la formation des professeurs de mathématiques. In G. Gueudet & L. Trouche (Eds), *Ressources vive. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 23-37). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

Albero, B. (2004). L'autoformation dans les dispositifs de formation ouverte et à distance : Instrumenter le développement de l'autonomie dans les apprentissages. Dans I. Saleh, D. Lepage & S. Bouyahi (Dir.), *Les TIC au cœur de l'enseignement supérieur. Actes de la journée d'étude du 12 novembre 2002* (pp. 139-159). Université Paris VIII Vincennes-St Denis. <http://edutice.archives-ouvertes.fr/docs/00/00/17/75/PDF/AlberoVincennes.pdf>.

Basten, M., Meyer-Ahrens, I., Fries, S., & Wilde, M. (2014). The effects of autonomy-supportive vs. controlling guidance on learners' motivational and cognitive achievement in a structured field trip. *Sciences Education*, 98(6), 1033-1053.

Bécu-Robinault, K. (2018). *Analyse des interactions en classe de physique : Le geste, la parole et l'écrit*. L'Harmattan.

Bennett, M., Ng-Knight, T., & Hayes, B. (2016). Autonomy-supportive teaching and its antecedents: Differences between teachers and teaching assistants and the predictive role of perceived competence. *European Journal of Psychology of Education*, 32, 643-667. <https://doi.org/10.1007/s10212-016-0321-x>.

Berger, J. -L., & Girardet, C. (2016). Les croyances des enseignants sur la gestion de la classe et la promotion des engagements des élèves : Articulations aux pratiques enseignantes et évolution par la formation pédagogique. *Revue Française de Pédagogie*, 196, 129-154.

Buty, C., & Badreddine, Z. (2009). Quelques effets didactico-discursifs de l'utilisation des schémas dans un enseignement d'électricité. *Aster*, 48, 89-110.

Buty, C., & Mortimer, E. (2008). Dialogic/authoritative discourse and modelling in a high school teaching sequence on optics. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1635-1660.

El Hage, S. (2012). *Activités TICE, interactions langagières en classe et cohérence des séquences d'enseignement scientifiques*. Thèse de doctorat, Université Lyon2, Lyon, France. [http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2012/el\\_hage\\_s/pdfAmont/el\\_hage\\_s\\_these.pdf](http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2012/el_hage_s/pdfAmont/el_hage_s_these.pdf).

El Hage, S. (2023). *Un cadre d'analyse didactique de l'autonomie des élèves et de son développement par les enseignants en classe de physique*. Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, France.

El Hage, S. (2024). Vers un cadre d'analyse de l'autonomie des élèves en classe de physique. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 18(1), 77-96. <https://doi.org/10.26220/rev.4662>.

El Hage, S. (2025a). Un cadre d'analyse didactique de l'autonomie des élèves et de son développement par les enseignants en classe de physique. *Recherches en Éducation*, 57, 153-171.

El Hage, S. (2025b). Forme de discours en classe de physique et développement de l'autonomie des élèves : étude de cas en cinquième. In V. Munier & M. Bächtold (Éds), *Actes des XIIIe Rencontres scientifiques de l'ARDIST*, 4-7 juin 2024, Montpellier (pp. 547-556). Éditions de l'ARDIST.

El Hage, S., Boilevin, J.-M., Gueudet, G., & Lebaud, M.-P. (2024). Soutenir le choix de ressources pour des usages du numérique favorisant l'autonomie des élèves : Mise en regard d'une grille d'analyse dans deux disciplines. *Recherches en Éducation*, 55. <https://doi.org/10.4000/ree.12437>.

Farges, G. (2020). Croyances et pratiques des enseignants, entre acceptation des consignes et expertise professionnelle. Introduction. *Revue Internationale d'Éducation de Sèvres*, 84, 53-61.

Furtak, E.-M., & Kunter, M. (2012). Effects of autonomy-supportive teaching on student learning and motivation. *The Journal of Experimental Education*, 80(3), 284-316.

Gueudet, G. & Trouche, L. (2021). Étudier les interactions professeurs-ressources : questions de méthode. *Éducation & Didactique*, 15, 141-158.

- Jang, H., Deci, E. -L., & Reeve, J. (2010). Engaging students in learning activities: it is not autonomy support or structure but autonomy support and structure. *Journal of Educational Psychology*, 102 (3), 588-600.
- Le Bouil, A., El Hage, S., Jameau, A., & Boilevin, J.-M. (2019). L'autonomie des élèves dans l'apprentissage de la physique-chimie selon les enseignants. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 6(1), 274-280.
- Ministère de l'Éducation Nationale (MEN). (1997). Organisation des enseignements du cycle central du collège. *Bulletin Officiel* n° 5, 30 janvier 1997.
- MEN. (2005). Programmes des collèges physique-chimie classe de cinquième, n°5, 25 août 2005 programmes. <https://www.education.gouv.fr/bo/BoAnnexes/2005/hs5/hs5.pdf>.
- MEN. (2008). Programmes du collège, programme de l'enseignement de physique-chimie. Bulletin Officiel spécial de L'Éducation nationale, n° 6, 28 août 2008. [https://cache.media.education.gouv.fr/file/special\\_6/52/7/Programme\\_physiquechimie\\_33527.pdf](https://cache.media.education.gouv.fr/file/special_6/52/7/Programme_physiquechimie_33527.pdf).
- MEN. (2020). BO partie enseignement de la physique-chimie. [https://cache.media.education.gouv.fr/file/31/89/1/ensel714\\_annexe3\\_1312891.pdf](https://cache.media.education.gouv.fr/file/31/89/1/ensel714_annexe3_1312891.pdf).
- Mortimer, E. -F., & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary Science classrooms*. McGraw-Hill Education.
- Pajares, F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62 (3), 307-332.
- Patall, E.-A., Steingut, R. -R., Vasquez, A.-C., Trimble, S.-S., Pituch, K.-A. & Freeman, J.-L. (2018). Daily autonomy supporting or thwarting and students' motivation and engagement in the high school science classroom. *Journal of Educational Psychology*, 110(2), 269-288.
- Plé, E., El Hage, S., & Dedieu, L. (2024). Traces écrites produites par les élèves et développement de l'autonomie. Communication dans le colloque traces et écriture à et pour l'école, Nancy France.
- Quéré, N., El Hage, S., Boilevin, J. -M., Gueudet, G., Srey, S., & Joffredo-Lebrun, S. (2022). Articuler numérique et autonomie des élèves : Les apports d'une mise en regard de trois disciplines. Dans M. Abboud & C. de Hosson (Dir.), *Rendez-vous en didactique : Recherches, dialogues et plus si affinité* (pp.104-113). Université Paris-Cité. Paris: France.
- Ramnarain, U., & Hobden, P. (2015). Shifting South African learners towards greater autonomy in scientific investigations. *Journal of Curriculum Studies*, 47(1), 94-121.
- Ravestein, J. (1999). *Autonomie de l'élève et régulation du système didactique*. De Boeck.
- Reeve, J.-M. & Cheon, S.-H. (2021). Sociocultural influences on teachers' reactions to an intervention to help them become more autonomy supportive. In G. A. D. Liem & D. M. McInerney (Eds), *Promoting motivation and learning in contexts: Sociocultural perspectives on educational interventions* (pp. 13-36). Information Age Publishing.
- Reeve, J.-M., & Halusic, M. (2009). How K-12 teachers can put self-determination theory principles into practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 145-154.
- Reeve, J.-M., Vansteenkiste, M., Assor, A., Ahmad, I., Cheon, S.-H., Jang, H., Kaplan, H., Moss, J.-D., Olaussen, B.-S. & Wang, C.-K. (2014). The beliefs that underlie autonomy-supportive and controlling teaching: A multinational investigation. *Motivation and Emotion*, 38(1), 93-110.

- Reeve, J.-M. & Cheon, S.-H. (2021). Sociocultural influences on teachers' reactions to an intervention to help them become more autonomy supportive. In G. A. D. Liem & D. M. McInerney (Eds), *Promoting motivation and learning in contexts: Sociocultural perspectives on educational interventions* (pp. 13-36). Information Age Publishing.
- Robertson, L., & Gail Jones, M. (2013). Chinese and US middle-school science teachers' autonomy, motivation, and instructional practices. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1454-1489.
- Scott, P., Mortimer, E.-F. & Aguiar, O.-G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90, 605-631. <https://doi.org/10.1002/sce.20131>.
- Tiberghien, A. (1994). Modelling as a basis for analyzing teaching - learning situations. *Learning and Instruction*, 4, 71-87.
- Vause, A. (2009). Les croyances et connaissances des enseignants à propos de l'acte d'enseigner. Vers un cadre d'analyse. *Les Cahiers de Recherche en Éducation et en Formation*, 66, 4-28.
- Vorholzer, A., & Aufschnaiter, C.-V. (2019). Guidance in inquiry-based instruction - an attempt to disentangle a manifold construct. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1562-1577
- Xu, J., Du, J., Cunha, J., & Rosario, P. (2021). Student perceptions of homework quality, autonomy support, effort, and math achievement: Testing models of reciprocal effects. *Teaching and Teacher Education*, 108, 103508. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103508>.
- Zhang, D., Bobis, J., Wu, X., & Cui, Y. (2020). The effects of an autonomy-supportive teaching intervention on Chinese Physics students and their teacher. *Research in Science Education*, 50, 645-671.