



HAL
open science

Approcher l'activité enseignante via un groupe de travail : exemple de l'appropriation de concepts chimiques

Isabelle Kermen

► **To cite this version:**

Isabelle Kermen. Approcher l'activité enseignante via un groupe de travail : exemple de l'appropriation de concepts chimiques. Lionel Péliissier; Patrice Venturini. Après les 12èmes rencontres scientifiques..Actualité des recherches en didactique des sciences et des technologies, Éditions de l'ARDiST, pp.285-303, 2024, 978-2-9577091-1-3. hal-04420778

HAL Id: hal-04420778

<https://hal.science/hal-04420778>

Submitted on 26 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Approcher l'activité enseignante via un groupe de travail : exemple de l'appropriation de concepts chimiques

Kermen Isabelle
CREAD, Univ Brest, Univ Rennes 2 – France

Résumé

Un groupe de travail constitué d'enseignantes et de chercheuses élabore des ressources pour le collège autour du concept de transformation chimique et des concepts liés en France. Ce chapitre interroge leur appropriation par les enseignantes. Il interroge l'activité enseignante en identifiant les choix effectués pour en inférer les raisons d'agir d'une enseignante mais aussi les freins qui s'opposeraient à la prise en compte de certains aspects. Les données comportent les transcriptions d'une séquence de classe conçue et mise en œuvre par une enseignante du groupe, et d'une réunion de travail où des aspects de la séquence sont portés à la discussion. Les manifestations de choix de l'enseignante et de moments d'accord et de désaccord entre membres du groupe sont identifiées. En appui sur la double approche didactique et ergonomique et la double régulation de l'activité du sujet, les résultats attestent de tensions entre déterminants de l'activité de l'enseignante observée comme pour ses collègues.

Une séquence d'enseignement sur les transformations chimiques en classe de troisième en France, a été discutée et analysée au sein d'un groupe de travail réunissant enseignants de

physique-chimie et chercheurs. Ce groupe de travail, LangMeR, pour Langage, Modèles et Réalité dans l'enseignement de la chimie, est un groupe IREMS (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques et des Sciences) ayant pour objectif d'élaborer des ressources concernant les transformations chimiques de la matière et le langage de la chimie (noms et formules chimiques essentiellement) principalement au collège en France. L'étude exploratoire dont ce chapitre rend compte, souhaite caractériser les raisons d'agir des enseignants afin de déterminer en quoi elles relèvent ou non d'éléments génériques (non dépendants des contenus en jeu) d'explication des pratiques. Le chapitre présente les fondements théoriques de l'activité enseignante, les savoirs en jeu au sein du groupe IREMS dont l'origine est brièvement indiquée avant de développer l'objectif de l'étude. La méthodologie de recueil et d'analyse des données ensuite exposée précède les résultats qui sont suivis d'une discussion.

Références théoriques pour l'activité enseignante

Activité enseignante et pratique enseignante

Les pratiques d'un enseignant désignent « l'ensemble des activités de l'enseignant qui aboutissent à ce qu'il met en œuvre en classe et ses activités en classe » (Robert, 1999, p. 128). Pour Altet activité et pratique sont aussi liées dans la mesure où « la pratique de l'enseignant renvoie à une activité professionnelle située, orientée par des fins, des buts et les normes d'un groupe professionnel » (Altet, 2002, p. 86). Une distinction du même type est faite dans ce chapitre entre l'activité enseignante (ou activité d'un enseignant) et les pratiques enseignantes ou pratiques d'un enseignant. L'activité enseignante correspond à ce que développe le professionnel pour concevoir et mettre en œuvre les séances de classe devant les élèves. Elle est située, elle correspond à la réalisation d'une tâche, atteindre un but que se fixe l'enseignant dans un contexte précis, matériel et temporel (Leplat et Hoc, 1983). Seules des traces de l'activité comme les propos tenus, les gestes, les déplacements, les écrits sont accessibles à l'observateur-analyste, l'activité comprenant aussi les décisions, les raisons et les pensées du sujet (Robert, 2008 ; Rogalski, 2007). Les pratiques enseignantes sont plus globales que l'activité et ne sont pas attachées à une séance particulière ou à un moment particulier.

Un cadre pour étudier l'activité enseignante

L'étude de l'activité enseignante prend appui sur le cadre de la double approche didactique et ergonomique (DADE) (Robert, 2008), qui considère que cette activité consiste notamment à concevoir des tâches pour que les élèves apprennent un contenu donné et à fournir un accompagnement jouant le rôle d'une médiation entre élève et savoir à apprendre. La conception des tâches prescrites aux élèves et l'accompagnement que l'enseignant propose lors de la séance pendant laquelle les élèves réalisent les tâches, sont influencés par trois déterminants en partie extérieurs à la classe, les déterminants de l'activité (figure 1). Le déterminant institutionnel regroupe des éléments à caractère prescriptif comme les prescriptions officielles (programmes, horaires, circulaires) jouant plutôt un rôle de contraintes, et des ressources (manuels scolaires, matériel et produits chimiques) contribuant à la prise en compte de certaines prescriptions dans la conception de séances de classe. Le déterminant social désigne des éléments variés ayant un point commun, l'attachement à un groupe social : les habitudes professionnelles des enseignants de la discipline, le travail en équipe (ses contraintes, ses apports) et les élèves « qui interviennent non seulement comme groupe mais aussi comme appartenant à des groupes sociaux » (Robert, 2008, p. 59) et constituent des facteurs ayant une influence directe en classe sur l'activité de l'enseignant. Le déterminant personnel concerne des facteurs cognitifs propres à chaque enseignant comme ses connaissances de toute nature (par exemple disciplinaires, didactiques, épistémologiques), son expérience professionnelle, ses conceptions sur l'enseignement et l'apprentissage de la discipline scolaire (ici la physique et la chimie). D'autres facteurs personnels (émotionnels, physiologique...) ne sont généralement pas explicités lors de la description du déterminant personnel.

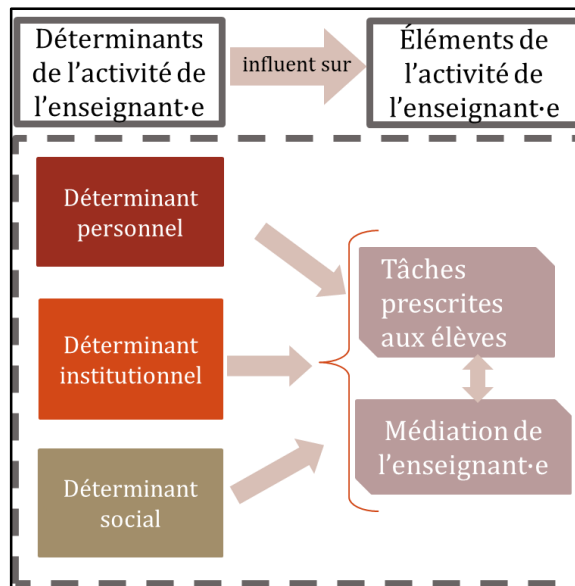


Figure n°1 : Les déterminants de l'activité enseignante dans la DADE

Il est alors intéressant de compléter ces éléments de la DADE par le modèle de la double régulation de l'activité du sujet proposée par Rogalski (2007) qu'elle indique avoir adapté des travaux de Leplat datant de 1997 (figure n°2). Une régulation de l'activité s'opère lorsque le sujet, reconnaissant un écart entre le but visé et le résultat auquel son action conduit, modifie son action pour changer le résultat afin de tendre vers le but poursuivi (Leplat, 2006). Le maintien d'une action conduisant à l'effet attendu constitue aussi une régulation moins perceptible. L'activité enseignante produit des résultats sur l'objet de l'action, ici la relation des élèves à la tâche, qui sont conformes ou non à l'attente de l'enseignant. Les élèves et ce qu'ils font étant constitutifs de la situation, celle-ci est constamment en évolution et influence l'activité de l'enseignant qui poursuit son action ou la modifie pour tenir compte de l'écart qu'il a perçu ou non en comparant le résultat obtenu et le but qu'il visait. Mais l'activité enseignante produit aussi des effets sur l'enseignant lui-même, de nature cognitive, émotionnelle ou physiologique, qui contribuent au maintien de l'activité ou provoquent des transformations selon différentes temporalités (Rogalski, 2007). Ce qui vient d'être décrit correspond respectivement à la boucle supérieure et à la boucle inférieure du schéma de la figure 2. Ces transformations s'effectuent à l'échelle d'une séance (pour la fatigue par exemple), à moyen terme (lorsque l'enseignant modifie une tâche pour une séance ultérieure) ou à plus long terme, lorsqu'il y a modification des compétences et développement professionnel (Rogalski, 2003).

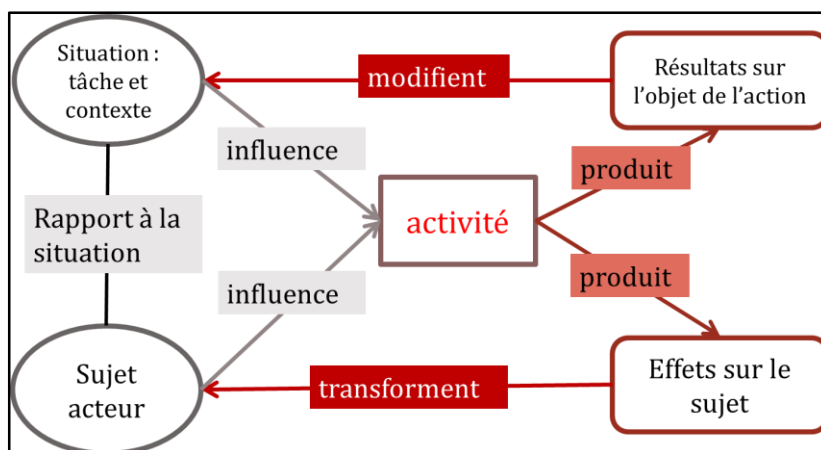


Figure n°2 : Modèle de la double régulation de l'activité du sujet (d'après Rogalski, 2007)

Savoirs en jeu

Le langage symbolique utilisé en chimie (les noms et les formules) désigne les substances et espèces chimiques (niveau macroscopique) mais aussi les entités chimiques (niveau submicroscopique) (Taber, 2013). Cette spécificité majeure de la chimie fait que par exemple le dioxyde de carbone (ou la formule CO_2) désigne selon le contexte la substance (le gaz) ou la molécule ; de même l'expression les ions cuivre (ou la formule Cu^{2+}) réfère à l'espèce chimique ionique (dont on reconnaît la présence à la couleur bleue d'une solution aqueuse) ou à l'entité constitué d'un noyau de cuivre et d'électrons (à l'échelle atomico-moléculaire).

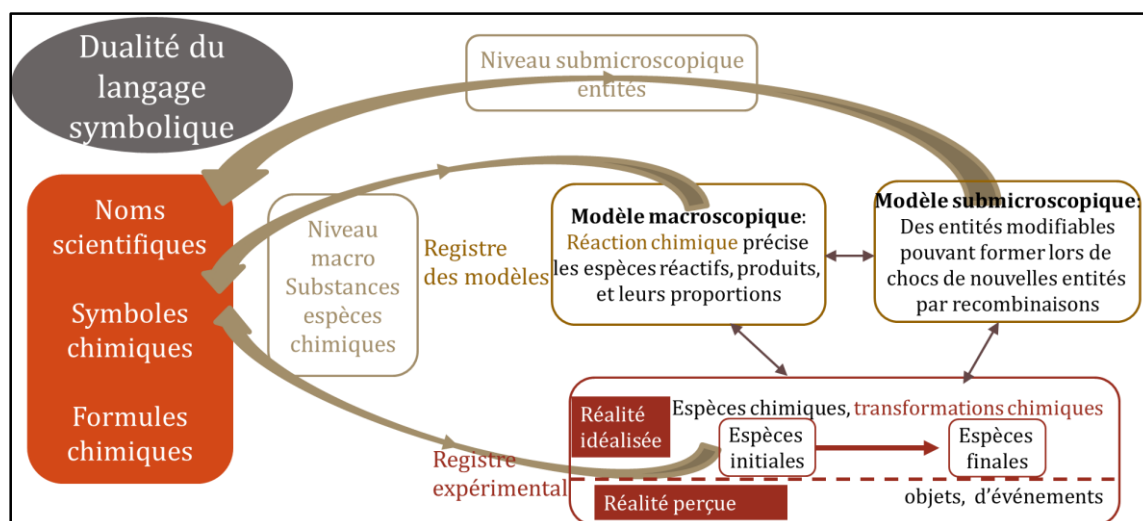


Figure n°3 : registres et niveaux de savoirs pour les transformations chimiques de la matière

Ce caractère dual du langage symbolique est peu maîtrisé par les élèves (Canac et Kermen, 2016) et ne semble pas suffisamment pris en charge par les enseignants (Canac et Kermen, 2018).

La mise en contact d'échantillons de matière donne souvent lieu à des transformations de la matière. La transformation d'un système est dite chimique si sa composition en termes de substances ou d'espèces chimiques a varié lorsqu'on compare l'état initial et l'état final du système. Le concept (macroscopique) de transformation chimique d'un système chimique constitue une description chimique d'un système dans le registre expérimental alors que le concept de réaction chimique appartient au registre des modèles (Kermen, 2018). La réaction chimique permet d'interpréter ou de prévoir toute une famille de transformations chimiques totales pour des systèmes similaires (Kermen, 2018). Une interprétation des transformations chimiques à l'échelle submicroscopique considère qu'elles résultent de la recombinaison d'entités chimiques générant de nouvelles entités. Une espèce chimique étant considérée comme constituée d'une infinité d'entités chimiques identiques, une recombinaison à l'échelle submicroscopique correspond à la formation d'une nouvelle espèce chimique à l'échelle macroscopique. Ces considérations sont brièvement résumées sur la figure n°3.

Contexte de l'étude : travail au sein du groupe IREMS

Le groupe de travail est constitué de quatre enseignantes expérimentées ayant plus de 20 ans d'exercice du métier, exerçant dans quatre établissements (trois collèges et une cité scolaire) et de deux chercheuses dont l'autrice de ce chapitre. Il se réunit trois à quatre fois par an dans le cadre d'un IREMS depuis 2019. Initialement, les chercheuses ont créé le groupe pour que les enseignantes s'approprient un canevas de séquence sur l'introduction des formules chimiques (incluant la notion de transformation chimique) en appui sur l'histoire des sciences (Canac et Kermen, 2020) afin de produire des séquences diffusables et accroître les connaissances sur la réception par les élèves de ce parti pris. À la troisième réunion, devant l'absence d'adhésion des enseignantes au canevas proposé, le travail s'est orienté vers l'intégration par les enseignantes dans leurs propres séquences des thèmes discutés lors des premières réunions. Le processus a alors consisté à étudier la mise en œuvre d'une séquence d'une des membres du groupe, afin de la discuter, l'améliorer et la remettre en œuvre. L'objectif du groupe IREMS consiste dès lors à produire des ressources accessibles à tout enseignant, dans lesquelles des résultats de recherche en didactique de la chimie auront été pris en compte.

D'une modalité type ingénierie didactique où la séquence était apportée par les chercheurs, le groupe est passé à une modalité de type participatif (Anadón et Couture, 2007) où les enseignantes créent la séquence étudiée. Le statut asymétrique des participants (Bednarz et al., 2012; Marlot et al., 2017) est assumé, les enseignantes apportant leur expertise de praticiennes et les chercheuses leur savoir épistémologique et didactique de l'enseignement et apprentissage du contenu chimique. Comme l'indique Roy (2021) en appui sur Ligozat et Marlot (2016), ces différences conduisent à une complémentarité des rôles, les chercheuses ayant celui d'éclairer les praticiennes en matière de savoirs à enseigner et de savoirs pour enseigner. Les apports des chercheuses sont parfois critiqués à l'égard du programme de chimie du collège (et aussi du lycée) et en particulier à l'égard du manque de précision ou de cohérence des préconisations du programme voire de leur absence sur certains aspects. Le groupe de travail et les discussions qui s'y déroulent constituent un autre élément du déterminant social de l'activité des enseignantes du groupe.

Objectif de l'étude

Initialement, le groupe a été créé pour que les chercheuses travaillent avec les enseignantes sans programmer d'étude de son fonctionnement ni de ses effets potentiels sur les enseignantes. L'autrice de ce chapitre a pris l'initiative d'essayer de décrire les étapes du travail et les évolutions constatées afin de caractériser l'appropriation par les enseignantes des différents concepts enjeux de l'enseignement des transformations chimiques discutés lors des premières réunions du groupe. L'hypothèse est faite que cette appropriation se manifeste dans le scénario des séances de classe, leur mise en œuvre et dans les discussions qui la suivent au sein du groupe. Un premier objectif de l'étude est de décrire l'activité enseignante pour identifier les choix effectués afin d'en inférer les raisons d'agir mais aussi les freins qui s'opposeraient à la prise en compte de certains aspects. Un second objectif vise à interpréter raisons et freins en termes de déterminants de l'activité enseignante (en classe et pour préparer la classe) et de ses effets pour inférer de possibles régulations conformément au cadre qui sous-tend cette étude de cas, exploratoire.

Méthodologie

Accéder aux choix et raisons des enseignants est possible lors d'entretiens d'allo-confrontation collective qui favorisent une expression directe de la pensée et des représentations d'un enseignant parmi des collègues lors des discussions (Body, 2021).

Données recueillies

Les données recueillies sont de deux types : une séquence d'enseignement sur les transformations chimiques en classe de troisième, et deux réunions de travail du groupe. La séquence a été filmée dans la classe de l'enseignante E1 en janvier 2020 durant 4 séances d'une heure. Deux réunions du groupe de travail ont été consacrées à l'analyse de cette séquence. L'une, celle de décembre 2020 (R1), se déroulait à distance en visio et a été filmée, l'autre (R2) a eu lieu en mars 2022 et a été enregistrée en audio. En accord avec le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD), le consentement de tous les participants a été obtenu (élèves et enseignantes).

La séquence d'enseignement filmée

La séquence filmée se compose de trois « activités » réparties en 4 séances. Le terme « activité » usuellement employé par les enseignants, les manuels scolaires et les programmes correspond à ce que la théorie de l'activité désigne par le terme de tâche (but à atteindre et indication des conditions). Pour éviter toute méprise, lorsque le terme activité est utilisé dans un sens autre que celui de la théorie de l'activité, il est mis entre guillemets.

Les séances 1 à 4 (voir tableau 1) ont été intégralement transcrites. Chaque « activité » est décrite sur une fiche élève (voir un extrait pour l'« activité » 1 sur la figure n° 4) et comporte les objectifs travaillés, des consignes, des questions, des savoirs à mémoriser, elle se présente comme une succession de tâches. À la suite des discussions menées au sein du groupe durant la première année principalement et après sa lecture du programme de physique-chimie de seconde entré en application à la rentrée 2019, E1 a introduit les termes transformation chimique, espèces chimiques et entités chimiques dans sa séquence, ce qu'elle ne faisait pas auparavant.

Partie 4 : Pratiques d'enseignement

Chapitre 0 LES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES **Activité 0 Transformation chimique entre le fer et une solution de sulfate cuivrique**

✳ Réaliser une expérience en suivant un protocole ✳ Communiquer par différents modes : Schéma ? Proposer une hypothèse ? Interpréter un résultat d'expérience, conclure ✳ Communiquer par différents modes : Modélisation

1) EXPERIENCE ET OBSERVATIONS
 Dans un tube à essais, on introduit de la laine de fer que l'on recouvre d'une solution de sulfate cuivrique.

- ✳ 1. Quel est l'aspect du fer ?
- ✳ 2. Quel est l'aspect de la solution de sulfate cuivrique ? A quoi est due sa couleur ?
- ✳ 3. Qu'observe-t-on après quelque temps ?
- ✳ 4. Schématise l'expérience et les observations.

JE RETIENS

▶ Une (des) espèce(s) chimique(s) présente(s) au départ et une (des) nouvelle(s) espèce(s) chimique(s)

→ la transformation entre le fer et la solution de sulfate cuivrique est bien une transformation

2) HYPOTHESES

✳ Construis un tableau en faisant le bilan des entités chimiques au départ et à la fin de la transformation.
 Formule des hypothèses sur la transformation des entités chimiques en t'aidant des observations.

3) TEST D'IDENTIFICATION D'UN PRODUIT DE LA TRANSFORMATION CHIMIQUE
 Pour valider les hypothèses, on cherche à identifier l'une des nouvelles espèces chimiques présente dans la solution obtenue après transformation entre le fer et la solution de sulfate cuivrique : contient-elle des ions ?
 Test : On isole la solution en la transvasant dans un autre tube à essais. On ajoute quelques gouttes de (solution d'.....).

- ✳ 1. Qu'observe-t-on ?
- ✳ 2. Que peut-on en déduire ?
- ✳ 3. Schématise le test et l'observation.

Figure n°4 : extrait de la fiche élève pour l'« activité » 1

Date	Thème de la séance
Avant 20 janvier	Document « je prends un bon départ » : révision sur transformation physique, transformation chimique, introduction des termes d'espèce chimique et entité chimique
20 janvier Séance 1	« Activité » 1 : Transformation chimique entre le fer et une solution de sulfate cuivrique (première partie)
24 janvier Séance 2	« Activité » 1 : Transformation chimique entre le fer et une solution de sulfate cuivrique (fin) Correction d'exercices sur transformation chimique, transformation physique et écriture d'équation de réaction
27 janvier Séance 3	« Activité » 2 : Transformation chimique entre le cuivre et une solution de nitrate d'argent (première partie)
3 février Séance 4	« Activité » 2 : Transformation chimique entre le cuivre et une solution de nitrate d'argent (fin) « Activité » 3 : Transformation chimique entre un acide et une base (début)

Tableau n°1 : contenus des séances filmées

Les réunions enregistrées

Lors de la première réunion R1, la séquence filmée chez E1 est présentée par l'une des chercheuses (C1), le but étant de recueillir les réponses de E1 aux questions de C1 (voir ci-

après dans l'analyse des données) et les commentaires des autres enseignantes (E2, E3, E4) du groupe. Lors de la deuxième réunion R2, C1 a résumé les trois points de discussion abordés durant R1 afin de déterminer si les choix, raisons et freins identifiés avaient évolué. Les échanges lors de R1 ont été intégralement transcrits, ceux de R2 l'ont été partiellement.

Analyse des données

Les données recueillies apportent des informations sur l'activité de E1 par trois voies différentes : la fiche élève donne accès à des éléments de l'activité de préparation, la transcription de la séquence à des traces de l'activité en classe, et les transcriptions des réunions à une partie de l'activité en situation de discussion réflexive collective. L'analyse des données s'effectue selon trois étapes.

Analyse de la première « activité » de la séquence filmée

Dans un premier temps, C1 a analysé la fiche proposée aux élèves pour l'« activité » 1 et les dialogues de classe (correspondant au deux premières séances) en recherchant les définitions de concepts ainsi que les registres et niveaux de savoirs de la chimie mis en jeu. Cela l'a conduit à présenter au groupe de travail lors de R1 une lecture orientée (Bednarz et al., 2012) de la fiche élève et des dialogues de classe questionnant l'approche de certains concepts et des registres et niveaux de savoirs. Le questionnement adressé par C1 à E1 est de nature cognitive sur les contenus proposés aux élèves et ne concerne pas la nature des tâches ou leur accompagnement en classe.

Dans sa présentation au groupe, C1 a prévu d'axer ses interrogations sur différents thèmes dans l'ordre suivant, sachant que certains thèmes peuvent comporter des recoupements :

- Les niveaux et les registres de savoirs abordés dans la fiche élève (aperçu global de celle-ci)
- Autour de transformation chimique dans la séance : définition, description, niveaux et registres utilisés.
- Rôle des ions sulfate (espèce spectatrice) : niveaux et registres utilisés.
- Espèce chimique – entité chimique : exemples d'usage au cours de la séance
- Passage de la transformation chimique à l'équation de réaction

Le premier thème interroge la structure et la formulation de la fiche donnée aux élèves tandis que les autres s'appuient sur des extraits des dialogues de classe ou des propos tenus en classe par E1. Pour certains, C1 présente une catégorisation des propos tenus selon qu'ils

peuvent être attribués au registre empirique (niveau macroscopique), au registre du modèle niveau macroscopique ou niveau submicroscopique, ou bien sont indéfinis au regard de ces registres (Canac et Kermen, 2018).

Analyse des échanges lors de la réunion R1

Puis, dans une deuxième étape deux analyses complémentaires ont été menées sur la transcription des discussions lors de R1. La première recherche les moments où E1 affirme ou justifie ses choix de contenus, la seconde les moments d'accord et de désaccord (Bednarz et al, 2012) entre participantes comme indices d'une position singulière de E1 (ou d'une autre enseignante), d'habitudes ou de connaissances professionnelles partagées entre enseignantes ou de difficultés d'appropriation des idées apportées par les chercheuses, freins potentiels à leur prise en compte. Des lectures répétées de la transcription avec une comparaison constante entre catégories en formation (choix de contenu, types d'accord, types de désaccord) et le texte de la transcription ont été faites pour stabiliser les catégories. Une synthèse des points d'accord et de désaccord conduit à retenir trois choix de E1 ayant fait l'objet de discussions.

Recherche de confirmation ou d'évolution lors de la réunion R2

La deuxième réunion R2 a eu lieu plus d'une année après la première réunion, et après deux nouvelles mises en œuvre de sa séquence par E1 durant les années 20-21 et 21-22. L'objectif de cette réunion pour C1 était de présenter le résultat de ses analyses aux enseignantes et à sa collègue chercheuse C2 et de recueillir leurs avis sur les trois choix controversés de E1. Au cours de cette réunion, E1 a réaffirmé ses choix et son accord avec les interprétations de C1, les autres enseignantes leur accord ou leur désaccord. À cette date, les choix de E1 tels que relevés par C1 étaient confirmés et n'avaient pas évolué.

Résultats : trois choix controversés

L'examen des dialogues de classe et les discussions lors de R1 (confirmées durant R2) révèlent trois choix controversés.

La dualité des noms et des formules

La signification duale des noms et formules chimiques n'est pas utilisée par E1, voire pas acceptée pour les ions. Elle use d'une formulation très claire, « un mot pour le macro, un mot pour le micro », pour dire qu'elle ne parvient pas à utiliser un nom (ou une formule) à la fois pour le macroscopique et le submicroscopique. Elle exprime à plusieurs reprises (voir

Partie 4 : Pratiques d'enseignement

encadré n°1) sa difficulté à considérer les ions aussi comme espèce chimique puisqu'ils ne peuvent pas être isolés mais rejette la suggestion des chercheuses de distinguer alors substance et espèce chimique (Kermen et Canac, 2021). Au cours de la réunion il y a opposition entre d'un côté C1, C2 et E3 qui reconnaissent le caractère dual des noms et formules et de l'autre E1, E2 et E4.

E1 répète les mêmes arguments lors de la réunion R2. Ce choix résulte de l'existence d'une difficulté chez E1, considérée comme un frein à l'appropriation attendue par les chercheuses du caractère dual du langage (qui a fait l'objet de présentations explicites des chercheuses au sein du groupe). Cette difficulté traduit des connaissances insuffisantes du langage de la chimie voire de l'épistémologie de la chimie, difficulté non résolue par le programme de collège qui n'en dit rien. Ce choix signale un possible conflit chez E1, une tension entre les informations des programmes de collège et lycée (peu explicites, le caractère dual du langage n'est pas signalé) et celles données au sein du groupe de travail, facteur du déterminant social de son activité.

Extrait de R1 vers 20 minutes

E1 : j'ai du mal à envisager les ions comme des espèces chimiques parce que pour moi une espèce chimique elle existe par elle-même, l'ion cuivrique il existe pas par lui-même C1 et C2 suggèrent alors de distinguer substance (isolable) et espèces chimiques ioniques.

E1 : oh là là, vous introduisez un troisième mot ! [...]

E1 : avec des élèves de troisième, je trouve déjà faire la distinction macro-micro c'est bien mais je me vois mal leur faire la distinction substance espèce entité

Vers 1h

E1 : là c'est la première fois ce soir que je me dis que espèce ionique ... non pour moi en fait je pense que c'est trop subtil pour moi, je suis comme les élèves au niveau troisième, moi je me suis juste fait deux cases la case macro la case micro et du coup espèce chimique macro entité chimique micro

E2 : moi je suis comme toi [...]

E1 : J'ai peur que si j'essaie d'introduire le fait que l'ion cuivrique il est à la fois entité chimique et espèce ionique chimique j'ai peur d'en perdre mais je comprends bien, je comprends bien les remarques

Encadré n°1 : propos de E1 exprimant son refus de la dualité des noms et formules

E1 en appelle à un caractère de simplicité, qui serait bénéfique pour les élèves et elle-même. Au vu des propos tenus, E1 paraît ressentir de la satisfaction avec la catégorisation qu'elle a adoptée. Rappelons que l'introduction des termes espèces chimiques et entités chimiques dans sa séquence est une nouveauté pour E1, ses propos peuvent être aussi considérés comme une régulation à moyen terme.

L'interprétation d'une transformation chimique en termes de transfert d'électrons

Le deuxième choix controversé concerne l'interprétation d'une transformation chimique mettant en jeu des espèces ioniques et atomiques : du fer au contact d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre en solution conduit à la formation de cuivre et d'ions fer (II) en solution. À la fin de l'« activité » 1, E1 propose une interprétation en termes de transfert d'électrons à l'échelle atomique (un atome de fer donne deux électrons à un ion cuivre ce qui forme un ion fer (II) et un atome de cuivre) qui rencontre l'assentiment de E3 mais pas celui de E4 pour qui cela n'est pas au programme (voir encadré n°2).

Extrait de R1 vers 15 min

E1: Nulle part dans le programme on explique on doit expliquer comment un atome devient un ion comment un ion devient un atome mais moi je dis ça n'a aucun intérêt tout ce qu'on fait si on n'explique pas ça

Vers 37min

E4 : moi je m'interroge par rapport au programme que cette fois-ci j'ai sous les yeux est-ce que cette fin d'activité est nécessaire ?

E1 : elle est pas du tout au programme (..) mais pour moi elle est importante enfin pour moi c'est je suis pas prof de physique si je leur explique pas ça (..) moi mon rôle c'est pas seulement de mélanger des trucs et de voir que ça change de couleur, ça m'intéresse pas, ce qui m'intéresse c'est qu'ils appréhendent ce qui a pu se passer à l'échelle microscopique

E3 : oui moi je te rejoins complètement

Encadré n°2 : propos de E1 expliquant son choix d'interpréter une transformation chimique par un transfert d'électrons entre entités.

E1 revendique son choix « je suis pas prof de physique si je leur explique pas ça ». Le rôle d'un enseignant de physique-chimie consiste à faire utiliser aux élèves des modèles explicatifs pour interpréter. Ce « cri du cœur » exprime aussi la satisfaction que ce choix et

les actions qui en découlent lui apportent, se sentir bien dans son métier. Ce choix traduit la mobilisation par E1 d'une habitude professionnelle (déterminant social de l'activité) en opposition au programme actuel (déterminant institutionnel). Cette habitude s'est construite car E1 enseigne au collège depuis longtemps et d'anciens programmes mentionnaient cette interprétation parmi d'autres mettant en lumière le caractère explicatif de modèles de la matière incluant les électrons. Les habitudes professionnelles sont difficilement abandonnées par les enseignants lors de changement de programme (Couchouron et al., 1996).

L'écriture de l'équation de réaction

L'écriture de la réaction chimique et de son équation proposée par E1 en fin de séance 2 est en contradiction avec la définition qu'elle rappelle d'un réactif au début de la séance 1 et avec celle d'une réaction qu'elle énonce aux élèves, puisqu'elle y fait figurer les espèces spectatrices qui ne régissent pas. Lors de R1, E1 reconnaît la contradiction tout en maintenant l'écriture qu'elle propose face aux interrogations de E2 et E3 (encadré n°3 page suivante).

Ce choix révèle des tensions entre les connaissances disciplinaires de E1 (au sein même du déterminant personnel) qui reconnaît la contradiction mais la perpétue. La vive opposition de E2 et E3 à ce que fait E1 ne remet pas en cause ses raisons pendant R1, ni après. Les éléments fournis lors de R2 montrent qu'elle n'a pas changé cela en 2021 et 2022. Les effets de l'activité de E1 sur elle-même n'engendrent pas d'insatisfaction. Cette attitude peut s'expliquer par le fait que cette contradiction est peut-être répandue, elle est présente dans un manuel de cycle 4 (Azan, 2017) où la définition d'un réactif (p. 96) est contredite par l'écriture d'une équation de réaction avec les espèces spectatrices (p. 136). Elle repose probablement sur une ancienne signification du terme réactif, désignant ce qu'on utilise pour faire réagir - en anglais il existe deux termes : reagent et reactant (IUPAC, 2019).

Séance 1

E1 : les espèces chimiques qui disparaissent ce sont les réactifs

Séance 2

E1 : Les ions sulfate ne se sont pas transformés, on appelle ça des ions spectateurs. [...]

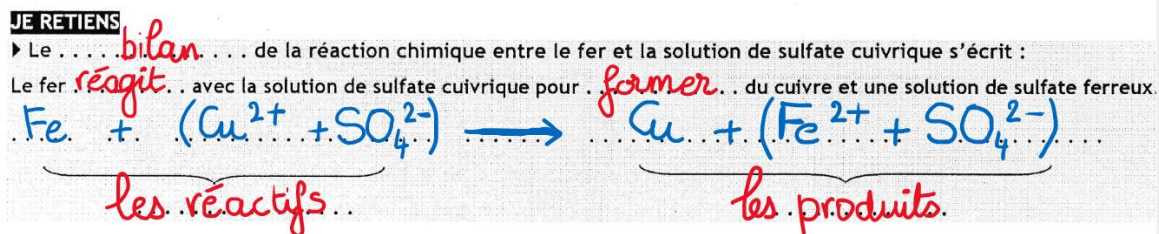
E1 : on va faire le bilan de la transformation chimique (..) c'est une phrase qui s'écrit sous la forme réactif numéro un réagit avec réactif numéro deux pour former le produit numéro un et le produit numéro deux [...]

E1 : le bilan de la réaction chimique entre le fer et la solution de sulfate cuivrique s'écrit ?

Oui ?

Élève : le fer réagit avec la solution de sulfate de cuivrique

Reproduction du tableau à ce moment-là



Lors de R1

C1 : si tu te souviens, si vous vous souvenez de ce qu'E1 a fait dire aux élèves ce qu'étaient les réactifs au départ y a une contradiction

E1 : oui complètement [...]

E2 : tu la laisses sous cette forme là l'équation de réaction tu rayes pas les ions sulfate après ? [...]

E1 : non, pour que ce soit électriquement neutre des deux côtés

E3 : mais on n'en a pas besoin pour équilibrer les charges c'est équilibré en charge t'as deux plus d'un côté deux plus de l'autre

Encadré n°3 : extrait des séances de classe et de R1 à propos de l'écriture de l'équation de réaction où E1 reconnaît une contradiction dans ce qu'elle dit aux élèves.

Discussion

Les accords entre enseignantes révèlent des connaissances d'erreurs récurrentes d'élèves et des habitudes partagées comme ne pas mentionner la présence d'eau (car non réactive) dans

une situation initiale comprenant une solution aqueuse ionique et un métal. Cette habitude pourrait générer chez les élèves une difficulté à prendre en compte l'idée d'espèce chimique spectatrice. Plus généralement elle coïncide avec une conception de l'enseignement où la construction du problème à résoudre, très balisée, est faite par l'enseignante, les élèves ne pouvant fournir que certaines hypothèses suggérées (Mathé et al., 2008).

Des désaccords proviennent d'interprétations personnelles du programme, peu explicite, fondées pour certaines par ce que préconisaient des programmes antérieurs et relevant alors d'habitudes professionnelles. Ils suggèrent une tension entre déterminants personnel, institutionnel et social de l'activité que chaque enseignante ne résout pas de la même manière.

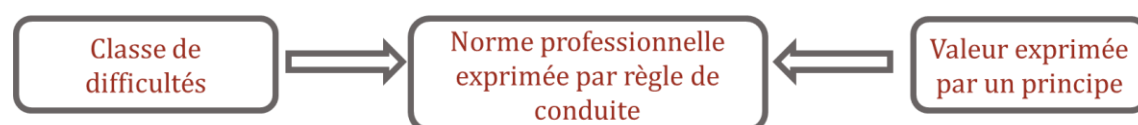
Les résultats de cette étude de cas montrent une certaine fécondité du cadre adopté, le caractère explicatif des éléments génériques que sont les déterminants de l'activité et les effets de l'activité paraît avéré.

Un résultat nous paraît devoir être questionné, il s'agit de la difficulté des enseignantes à prendre en compte la dualité du langage symbolique (LS) de la chimie. Marlot et Morge (2015) introduisent la notion de norme professionnelle pour décrire et expliquer certaines difficultés rencontrées par les enseignants dans l'exercice de leur métier.

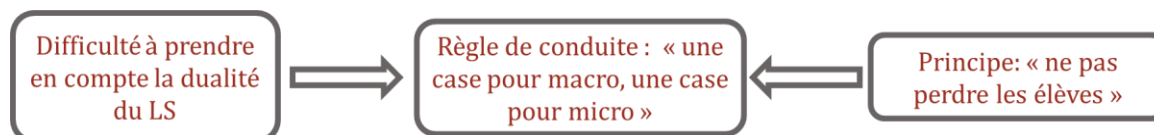
Le concept de norme professionnelle met l'accent sur le caractère collectivement construit et partagé de certaines normes qui sont ancrées dans les prescriptions primaires et secondaires ce qui leur confère leur légitimité. En ce sens, les normes ne sont ni individuellement construites ni ancrées sur des idées fausses comme les croyances ou les conceptions, mais sur des prescriptions. (Marlot et Morge, 2015, p.132).

Ils s'appuient sur l'exemple des démarches d'investigation et de leur mise en œuvre par les enseignants en France et en Suisse, très étudiées par les chercheurs, pour proposer l'association suivante.

À une classe de difficultés est associée une norme professionnelle qui s'exprime sous la forme d'une règle de conduite (plus facilement repérable par le chercheur qu'une norme) ; cette norme professionnelle est sous-tendue par une valeur qu'il est plus facile au chercheur d'exprimer par un principe.



Par la suite, Marlot et ses collègues introduisent la notion de norme professionnelle auto-prescrite, NAP, qui résulte pour partie d'une renormalisation de prescriptions par les acteurs (Marlot et al., 2019). Dans cette étude, la difficulté des enseignantes à prendre en compte la dualité du LS de la chimie se traduit par une règle de conduite chez E1, « une case pour le macro, une case pour le micro » qu'on peut attribuer à une interprétation personnelle des programmes de lycée (non explicites sur le langage symbolique), et qui reposerait sur un principe « ne pas perdre les élèves ».



L'existence de cette NAP reste une hypothèse à explorer.

La notion de NAP va au-delà de celle d'habitude professionnelle (élément du déterminant social de l'activité enseignante) dans la mesure où une NAP relève à la fois du déterminant personnel (interprétation d'une prescription), du déterminant social (hypothèse que cette lecture de la prescription est partagée par d'autres enseignants) et du déterminant institutionnel (existence d'une prescription).

Conclusion

Cette étude exploratoire visait à identifier les choix effectués par une enseignante pour concevoir et mettre en œuvre une séance en classe de troisième tenant compte d'une part, de sa perception des attendus du programme de seconde faisant une claire distinction entre des concepts du niveau macroscopique et d'autres du niveau submicroscopique, et d'autre part, de sa compréhension des discussions menés au sein du groupe autour des notions de transformation et réaction chimiques et du langage symbolique de la chimie. Cette identification repose sur les discussions menées au sein d'un groupe de travail mixte praticiennes-chercheuses et s'appuie sur la DADÉ et la double régulation de l'activité d'un sujet. Trois choix faisant l'objet de controverses entre membres du groupe ressortent des discussions : la signification duale des noms et formules chimiques, l'interprétation d'une transformation chimique en termes de transfert d'électrons entre entités chimiques et l'écriture d'une équation de réaction chimique. Des éléments des déterminants personnel, institutionnel et social de l'activité de l'enseignante ainsi que les effets de son activité lui apportant de la satisfaction permettent d'expliquer ses choix. L'analyse suggère des tensions

entre certains éléments des déterminants de l'activité qu'elle semble gérer grâce à des compromis : par exemple, introduire de nouveaux savoirs disciplinaires (distinguer espèce et entité) sans toutefois accepter la dualité du langage symbolique.

Références bibliographiques

- Altet, M. (2002). Une démarche de recherche sur la pratique enseignante : l'analyse plurielle. *Revue française de pédagogie*, 138(1), 85-93. <https://doi.org/10.3406/rfp.2002.2866>
- Anadón, M. et Couture, C. (2007). La recherche participative, une préoccupation toujours vivace. Dans M. Anadón (dir.), *La recherche participative* (p. 1-7). Presses de l'Université du Québec.
- Bednarz, N., Desgagné, S., Maheux, J.-F. et Savoie Zajc, L. (2012). La mise au jour d'un contrat réflexif comme régulateur de démarches de recherche participative : le cas d'une recherche-action et d'une recherche collaborative. *Recherches en éducation*, (14), 128-151. <https://doi.org/10.4000/rec.5894>
- Body, G. (2021). Entretiens de confrontation aux traces vidéo de l'activité. Dans P. Guibert (dir.), *Manuel de sciences de l'éducation et de la formation* (p. 127-141). De Boeck Supérieur.
- Canac, S. et Kermen, I. (2016). Exploring the mastery of French students in using basic notions of the language of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 452-473. <https://doi.org/10.1039/C6RP00023A>
- Canac, S. et Kermen, I. (2018). *Introduction du langage symbolique de la chimie Observation de deux séances de classe ordinaires*. [communication orale].10^e rencontres de l'Ardist, Saint-Malo. https://ardist.org/wp-content/uploads/2021/04/Canac_Kermen.pdf
- Canac, S. et Kermen, I. (2020). Concepción de un recurso didáctico para introducir las fórmulas químicas en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 65-82. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2739>
- Couchouron, M., Viennot, L. et Courdille, J.-M. (1996). Les habitudes des enseignants et les intentions didactiques des nouveaux programmes d'électricité en classe de quatrième. *Didaskalia*, (8), 81-96. <https://doi.org/10.4267/2042/23777>
- IUPAC (2019) Reactant. *Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book")*. <https://goldbook.iupac.org/terms/view/R05163>
- Kermen, I. (2018). *Enseigner l'évolution des systèmes chimiques au lycée. Savoirs et modèles, raisonnements d'élèves, pratiques enseignantes*. Presses Universitaires de Rennes.
- Kermen, I. et Canac, S. (2021). Espèce chimique, entité chimique, substance chimique ? Réflexion critique autour du glossaire d'accompagnement des programmes de chimie 2019. *Bulletin de l'union des physiciens*, 115(1030), 29-41.
- Leplat, J. (2006). La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (8-1). <https://doi.org/10.4000/pistes.3101>
- Leplat, J. et Hoc, J.-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de psychologie cognitive*, 3(1), 49-63.
- Ligozat, F. et Marlot, C. (2016). Un espace interprétatif partagé entre l'enseignant et le didacticien est-il possible? Développement de séquences d'enseignement scientifique à Genève et en France. Dans F. Ligozat, M. Charmillot et A. Muller (dir.), *Le partage*

- des savoirs dans les processus de recherche en éducation* (p. 143-163).
<https://www.unige.ch/fapse/editions/publications/re/catalogue/2016/6/>
- Marlot, C., Audrin, C. et Morge, L. (2019). Des normes professionnelles auto-prescrites. Le cas de la mise en œuvre de la démarche d'enseignement scientifique en Suisse romande. *Recherches en éducation*, 35, 76-91. <https://doi.org/10.4000/ree.1316>
- Marlot, C. et Morge, L. (2015). Des normes professionnelles à caractère doxique aux difficultés de mise en œuvre de séquences d'investigation en classe de sciences : comprendre les déterminations de l'action. *Recherches en éducation*, 21, 121-135. <https://doi.org/10.4000/ree.7555>
- Marlot, C., Touillec-Théry, M. et Daguzon, M. (2017). Processus de co-construction et rôle de l'objet biface en recherche collaborative. *Phronesis*, 6(1-2), 21-34. <https://doi.org/10.7202/1040215ar>
- Mathé, S., Méheut, M. et de Hosson, C. (2008). Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? *Didaskalia*, 32, 41-76. <https://doi.org/10.4267/2042/23980>
- Robert, A. (1999). Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe. *Didaskalia*, (15), 123-157. <https://doi.org/10.4267/2042/23878>
- Robert, A. (2008). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. Dans F. Vandebrouck (dir.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (p. 57-64). Octarès Editions.
- Rogalski, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23(3), 343-388.
- Rogalski, J. (2007). *Approche de psychologie ergonomique de l'activité de l'enseignant* [communication orale]. La professionnalisation des enseignants de l'éducation de base: les recrutements sans formation initiale-Séminaire international CIEP, Sèvres, France.
https://liseo.france-education-international.fr/index.php?lvl=notice_display&id=25653
- Roy, P. (2021). *Des recherches participatives en éducation : convergences et divergences ?* [communication orale]. Haute école pédagogique Fribourg, Suisse (p. 12-34). <https://folia.unifr.ch/global/documents/319870>
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168. <https://doi.org/10.1039/c3rp00012e>