

Enseigner et apprendre la transformation chimique aujourd'hui

Etude comparée des programmes et ressources d'enseignement de deux institutions scolaires francophones

Résumé : cette contribution propose d'interroger le processus d'enseignement-apprentissage de la transformation chimique au moment où le concept est introduit (milieu du secondaire I) à travers une double approche didactique de la chimie/didactique comparée. L'étude des programmes et des ressources d'enseignement de deux contextes francophones (Suisse romande et France) montre qu'au-delà de l'enseignement strictement disciplinaire de la chimie, ce concept intervient dans d'autres disciplines scolaires pour soutenir le traitement de questions complexes, en particulier l'origine anthropique du réchauffement climatique.

Mots-clé : transformation chimique, cycle du carbone, programmes, ressources d'enseignement, enseignement des sciences

Introduction

Depuis le début du XX^{ème} siècle, les institutions prescriptrices demandent à l'École d'assurer deux fonctions : instruire et éduquer¹. L'objectif est d'apporter aux futur-es citoyen-nes les connaissances, les compétences et les attitudes nécessaires à l'autonomie de l'individu et au bon fonctionnement de la société. L'enseignement des sciences semble particulièrement contribuer à cette éducation et ne consiste plus seulement à former la relève scientifique, mais tend désormais à transmettre une « culture scientifique et technique » (CST) à chacun-e. Les savoirs enseignés en chimie, en particulier, sont à même de participer à l'acquisition d'une CST. Les produits et les techniques de la chimie industrielle ont des conséquences sur la société et l'environnement. Les savoirs de la chimie interviennent ainsi dans le débat public dès lors qu'il est question de problème environnementaux. C'est le cas, notamment, de la combustion des hydrocarbures qui produit du dioxyde de carbone gazeux, considéré comme un gaz à effet de serre. Pour les chimistes, une combustion est une *transformation chimique*. Modélisée par la *réaction chimique* elle permet de comprendre, interpréter et prédire les changements d'espèces chimiques (Kermen, 2018). C'est également un concept charnière dans l'enseignement de la chimie qui permet d'introduire des objets spécifiques :

¹ Voir notamment le programme Education 2030 de l'UNESCO (2016) https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_fr et le Rapport Eurydice produit par la Commission européenne (2017) : https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/citizenship-education-school-europe-%E2%80%93-2017_en

molécules et atomes². L'enseignement et l'apprentissage de la transformation chimique font donc l'objet de recherches en didactique de la chimie depuis les années 1980 (citons en particulier le numéro thématique de la revue Aster en 1994). Selon Kermen (2018), le modèle la réaction chimique (modèle macroscopique) n'est pas suffisant pour comprendre comment les espèces chimiques réagissent entre elles pour en former de nouvelles (p.57). C'est un obstacle souvent rencontré par les élèves du début de secondaire, qui, n'ayant pas de modèle particulière à disposition, ne parviennent pas à identifier une transformation chimique sur la base d'une approche macroscopique (Johnson, 2000 ; 2002 cités par Kermen, 2018). Hmelo-Silver et Azevedo (2006) montrent également que la mise en relation de différents niveaux de modèle peut être un obstacle à la compréhension de systèmes complexes. Selon nous, l'introduction de la transformation chimique, mais surtout son interprétation microscopique, doivent faire l'objet d'une attention particulière. D'une part pour assurer l'assise d'un modèle moléculaire performant pour expliquer les phénomènes étudiés en classe de chimie, d'autre part dans la perspective de traiter des questions complexes (au sens de Morin) qui demandent une approche codisciplinaire. Or, il semblerait que peu d'études s'intéressent aux pratiques effectives d'enseignement-apprentissage de ce concept au secondaire I.

Pour mener notre étude, nous avons besoin d'un outil qui puisse saisir à la fois les spécificités des disciplines scientifiques scolaires, que nous savons très cloisonnées, mais aussi la dimension complexe qui leur est confiée.

Un outil de lecture et d'analyse

Dans les pays anglosaxons et scandinaves un changement de « vision » concernant la finalité des enseignements scientifiques s'est amorcé dès le début des années 2000. Roberts (2007) identifie dans les curricula le passage d'une *vision I*, qui privilégie l'étude des concepts et des méthodes, notamment l'investigation scientifique, dans la filiation des disciplines académiques, à une *vision II*, qui considère que l'étude des concepts et des méthodes scientifiques est seulement une partie de l'éducation scientifique que l'école doit donner aux citoyen-nes. Dans la *vision I*, la compréhension des rapports entre la science et les activités humaines doit découler de manière logique et naturelle de l'étude des concepts. Dans la *vision II*, en revanche la compréhension des rapports entre la science et les activités humaines fait l'objet de dispositifs d'enseignement explicites, en incorporant l'étude des concepts et méthodes dans l'analyse de situations complexes qui caractérisent les activités humaines.

Dans les grands enjeux confiés à l'enseignement scientifique en Suisse romande et en France, nous pouvons reconnaître des éléments de la *vision II* décrite par Roberts (2007). Nous considérons que ces catégories élaborées par Roberts dans le cadre de l'enseignement scientifique anglophone seront donc utiles à notre analyse. Par la suite, nous les nommerons : *vision I* ou « vision disciplinaire » ; *vision II* ou « vision complexe ».

² Nous la retrouvons au cycle 3 dans le domaine MSN 36 du PER en Suisse romande ; au cycle 4 du programme de Physique-chimie en France (élèves de 13-14 ans).

Questions de recherche

L'étude présentée dans cette proposition de communication est la première étape de notre projet de thèse³ qui s'intéresse au processus d'enseignement-apprentissage de la transformation chimique au moment où elle est introduite. Elle se place comme un préalable à l'observation de classes en France et en Suisse romande au secondaire I (transposition didactique interne). L'approche comparée de deux contextes institutionnels nous permet de caractériser précisément les processus d'enseignement-apprentissage en distinguant le générique (relatif au processus lui-même), de ce qui est spécifique du savoir concerné (Mercier, Schubauer-Leoni et Sensevy, 2002). Elle met également en relief des pratiques qui pourraient s'être naturalisées sous le poids des processus de transposition dans leurs institutions respectives (Marty et Ligozat, 2019, p.38). Dans cette étude, nous nous intéressons à la dimension externe de la transposition didactique (Chevallard, 1989/1991) et nous chercherons à comprendre :

- à quelle vision de la science (Roberts, 2007) est associée à la transformation chimique dans les prescriptions officielles ;
- comment les concepteurs de ressources d'enseignement interprètent cette vision et représentent le concept.

La transformation chimique dans les prescriptions officielles et les ressources d'enseignement en Suisse romande et en France

Pour mener notre analyse curriculaire, nous avons dans un premier temps cherché à comprendre comment le concept de transformation chimique est présenté dans le Plan d'étude romand (PER, pour la Suisse romande) et dans les programmes de cycle 4 (pour la France). Nous cherchions en particulier à identifier :

- dans quelle(s) discipline(s) scolaire(s) le concept s'inscrit ;
- quels enjeux d'apprentissage lui sont associés ;
- quelle vision de la science (au sens de Roberts, 2007) est ainsi promue.

Dans un deuxième temps, nous avons consulté un ensemble de ressources d'enseignement (un panel de manuels de cycle 4, pour la France, les Moyens d'enseignement romands (MER) pour la Suisse romande). Le choix des ressources, de différentes disciplines scolaires, a été guidé par les résultats de l'étude des prescriptions officielles. A nouveau, nous avons utilisé les deux visions de Roberts (2007) pour caractériser les enjeux d'apprentissages associés à la transformation chimique.

Analyse des prescriptions officielles

En Suisse romande, comme en France, la transformation chimique est introduite au secondaire I⁴, au sein de disciplines scolaires que l'on peut rapprocher de la discipline académique « chimie »⁵. Dans ces deux contextes, son introduction est l'occasion de présenter le modèle moléculaire (modèle particulière qui met en jeu les molécules et les atomes) et le principe de conservation (*vision disciplinaire*). De plus, les intentions générales des programmes des deux pays préconisent la collaboration des disciplines pour l'enseignement de ce concept. Notamment à travers des

³ Thèse en cotutelle internationale, Université de Genève et Université de Montpellier

⁴ Cycle 3 en Suisse romande, au cycle 4 en France (élèves de 13 à 15 ans).

⁵ Thème *Phénomène naturels et techniques du domaine* « Sciences de la Nature » en Suisse romande qui comprend également les savoirs relatifs à la biologie. Discipline « physique-chimie » en France.

questions complexes, abordées en biologie (en Suisse) et SVT (en France) : conséquences des activités humaines sur leur santé, l'être humain dans son environnement, l'exploitation des ressources fossiles et le climat (*vision complexe*). Notons qu'en Suisse romande ces deux dernières questions sont prises en charge par l'enseignant-e de géographie, responsable des savoirs relatifs à la discipline académique « géologie ».

Analyse des ressources à disposition des enseignant-es

Notre étude montre que l'enseignement de la transformation chimique est centré sur la transmission de savoirs disciplinaires dans ces deux contextes. Ainsi, les exercices proposés sont le plus souvent décontextualisés (par exemple écrire ou équilibrer une équation de réaction) et promeuvent une *vision disciplinaire* de la science. Nous retrouvons la *vision complexe* dans les ressources de biologie/géographie/SVT consultées. En effet le concept de transformation chimique est présent, de façon implicite, dès lors qu'il est question d'aborder le cycle du carbone (rencontré dans les manuels de SVT en France, dans les MER de biologie et géographie en Suisse romande). Ce système complexe permet de penser les conséquences des activités humaines sur l'environnement et semble favoriser l'entrée des élèves dans une *vision II* de la science (Roberts, 2007).

Conclusions et perspectives

L'ensemble de ces constats (que nous développerons dans la présentation affichée) met en évidence des tensions et nous amène à interroger les conditions d'enseignement-apprentissage de l'objet « transformation chimique » au moment où il est introduit. Alors que le concept de transformation chimique sert à comprendre les phénomènes naturels et techniques qui nous entourent, nous nous demandons comment cet objet est effectivement enseigné à l'école obligatoire de pays francophones et s'il peut participer à la transmission d'une CST. Au-delà de l'approche curriculaire que nous avons menée jusqu'alors, notre projet de thèse s'oriente vers l'étude des pratiques effectives d'enseignement-apprentissage de la transformation chimique dans les contextes français et suisse-romand.

Bibliographie

- Chevallard, Y. (1985/1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné* (3^e éd.). La Pensée Sauvage éditions
- Hmelo-Silver, C. E. et Azevedo, R. (2006). Understanding complex systems: Some core challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 53-61
- Johnson, P. (2000). Children's understanding of substances, Part 1: recognizing chemical change. *International journal of science education*, 22(7), 719-737
- Johnson, P. (2002). Children's understanding of substances, Part 2: Explaining chemical change. *International Journal of Science Education*, 24(10), 1037-1054
- Kermen, I. (2018). *Enseigner l'évolution des systèmes chimiques au lycée*. Presses universitaires de Rennes
- Marty, L. et Ligozat, F. (2019). Une lecture de l'enseignement des sciences physiques dans le plan d'études romand à la lumière d'une comparaison avec les programmes français. *Formation et pratiques d'enseignement en questions*, (24), 17-40

- Mercier, A., Schubauer-Leoni, M.-L. et Sensevy, G. (2002). Vers une didactique comparée. *Revue française de pédagogie*, 141, 5-16
- Morin, E. (1982). Science avec conscience. Fayard
- Rebaud, D. (1994). La réaction chimique. *Aster*, 18, 1-240
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell et N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp.729-780). Routledge.