

Expliciter les allers-retours entre le monde des objets et des événements et le monde des théories et des modèles pour aider les élèves à comprendre le fonctionnement de la physique-chimie.

I – Introduction

Les programmes scolaires invitent les enseignants à donner aux élèves des éléments de réflexion sur la modélisation en physique et en chimie.

Dans le préambule du programme de physique-chimie du cycle 4, il est indiqué que « les finalités de l'enseignement [des sciences expérimentales et d'observation] au cours du cycle 4 sont de permettre à l'élève (...) de saisir par une pratique concrète la complexité du réel en observant, en expérimentant, en mesurant, en modélisant ; (...) de construire, à partir des faits, des idées sur le monde qui deviennent progressivement plus abstraites et puissantes (...) ».

Dans les préambules des programmes des classes de seconde, première spécialité et terminale spécialité, il est indiqué que chacun d'eux « (...) porte l'ambition de permettre aux élèves d'accéder à une bonne compréhension des phénomènes étudiés (...) La démarche de modélisation occupe une place centrale dans l'activité des physiciens et des chimistes pour établir un lien entre le « monde » des objets, des expériences, des faits et le « monde » des modèles et des théories. Aussi l'enseignement proposé s'attache-t-il à introduire les principaux éléments constitutifs de cette démarche ».

Les difficultés à comprendre la physique-chimie peut venir du fait que les questions posées par l'enseignant et les réponses qu'il apporte sont parfois éloignées des questions que se posent les élèves et de la manière dont ils y répondent¹. Cet article vise à illustrer cette problématique à travers deux exemples : l'un en collège et l'autre en lycée.

II – Un exemple au collège

Prenons l'exemple de cette situation² :

ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE

■ **COMPÉTENCE** Utiliser l'outil informatique pour acquérir et traiter des données, simuler des phénomènes

1 Comment comprendre la chute des objets ?

Dans l'Antiquité, le modèle d'Aristote expliquait que les objets chutent pour rejoindre leur élément d'origine : la terre. D'autres modèles plus élaborés lui ont succédé. Aujourd'hui, la chronophotographie permet d'identifier facilement les aspects importants de la chute des corps.



Formulation d'une hypothèse

1. À ton avis, qu'est-ce qui cause la chute d'un système qu'on abandonne sans vitesse ?

¹ Gaidioz, P., Tiberghien A. « Un outil d'enseignement privilégiant la modélisation ». Bulletin de l'Union des Physiciens, Vol. 97 - Janvier 2003.

² Manuel de cycle 4, Lelivrescolaire, 2017.

Le livre du professeur propose la réponse suivante³ :



Formulation d'une hypothèse

1. La plupart des élèves pourront proposer l'hypothèse suivante : « Je pense que ce qui cause la chute d'un système c'est la force de gravitation ». Le plus important reste le choix de la formulation. Il doit être clair que la proposition avancée est une supposition qui demande à être confirmée ou invalidée.

La physique-chimie a pour caractéristique « de proposer des théories et des modèles qui permettent d'analyser ou d'interpréter des situations matérielles⁴ ». Le « système » évoqué (le plongeur) appartient au monde des objets. La « force de gravitation » est une modélisation de l'action exercée par la Terre sur le plongeur.

Pour aider l'élève à distinguer le monde des objets et des événements du monde des théories et des modèles, il est indispensable de distinguer la **cause matérielle** de la **cause explicative** (de l'interprétation). Ainsi, dans le cas du plongeur en chute libre :

- la cause matérielle de la chute du plongeur est la Terre - Monde des objets et des événements ;
- on interprète la chute du plongeur par la force que la Terre exerce sur le plongeur (cause explicative) - Monde des théories et des modèles.

La confusion entre événement et modèle (« Le plongeur tombe à cause de la force de gravitation ») peut amener non seulement l'élève à attribuer une existence matérielle à cette force (et constituer un obstacle) mais également exacerber « la distance qui sépare [son] point de vue de celui du professeur. Pour l'élève, cette différence entre l'interprétation du professeur et la sienne ou l'absence de réponse aux questions qu'il se pose peut se solder par une sensation d'impuissance et d'échec lorsque se répètent les occasions où il se montre incapable de trouver la réponse qu'attend le professeur¹ ».

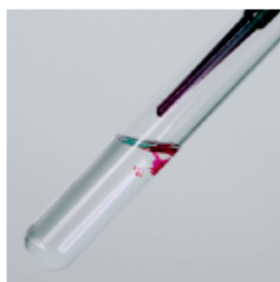
III – Un exemple au lycée

Prenons cet exemple⁵ d'activité reproduite ci-dessous (avant correction)⁶ et travaillée avec des élèves de terminale (programme de spécialité 2012).

1 Dosage du dioxyde de soufre

Expérience 1

► Dans un tube à essais contenant quelques millilitres de la solution de dioxyde de soufre préparée en A, ajouter, goutte à goutte et en agitant, une solution de permanganate de potassium de concentration $C_1 = 10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Observer (doc. 1).



Doc. 1 Ajout de la solution de permanganate de potassium à la solution de dioxyde de soufre.

³ Rappelons qu'une hypothèse vise à fournir une explication : elle devrait être étayée (ce qui la distingue d'une opinion).

⁴ Coincé D., Miguet A-M., Perrey S., Rondepierre T., Tiberghien A., Vince J. « Une introduction à la nature et au fonctionnement de la physique pour des élèves de seconde ». Bulletin de l'Union des Physiciens, Vol. 102 - Janvier 2008.

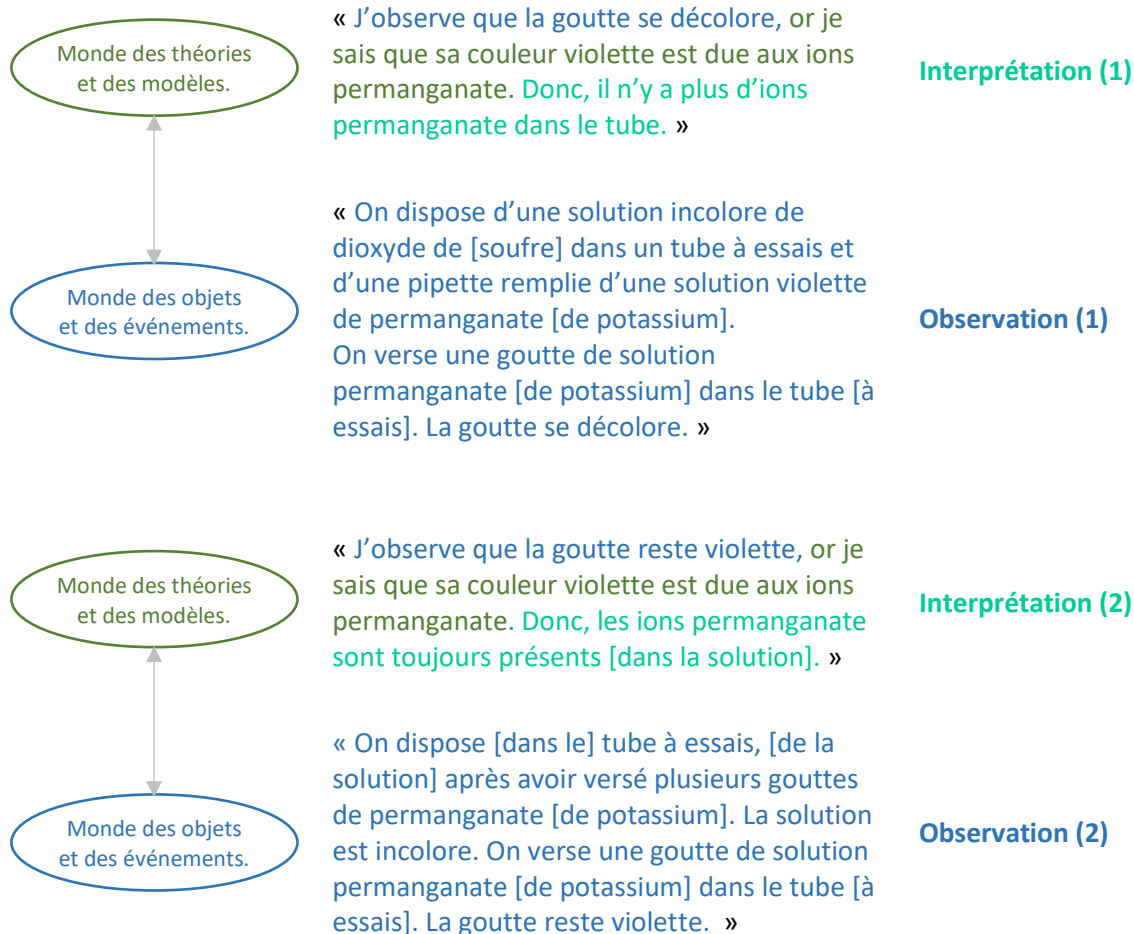
⁵ Manuel de Terminale spécialité physique-chimie, Hachette.

⁶ Cet exemple s'inscrit également dans l'article « Croiser la physique-chimie et le français » en ligne sur le site académique pour illustrer l'apport du français dans la rédaction des comptes-rendus d'expériences.

Observation 1 (Texte narratif)	<p align="center"><u> dosage du dioxyde de soufre</u></p> <p><u>Situation initiale</u> : on dispose d'une solution incolore de dioxyde de soufre dans un tube à essais et d'une pipette remplie d'une solution violette de permanganate.</p> <p><u>Élément déclencheur</u> : on verse une goutte de solution de permanganate dans le tube.</p> <p><u>Situation finale</u> : la goutte se décolore.</p>
Interprétation 1 (Texte explicatif)	<p><u>Interprétation</u> : j'observe que la goutte se décolore, et je sais que sa couleur violette est due aux ions permanganate. Donc il n'y a plus d'ions permanganate dans le tube.</p>
Observation 2 (Texte narratif)	<p><u>Situation initiale</u> : on dispose du tube à essais après avoir versé plusieurs gouttes de permanganate, la solution est incolore.</p> <p><u>Élément déclencheur</u> : on verse une goutte de solution de permanganate dans le tube.</p> <p><u>Situation finale</u> : la goutte reste violette.</p>
Interprétation 2 (Texte explicatif)	<p><u>Interprétation</u> : j'observe que la goutte reste violette, et je sais que sa couleur est due aux ions permanganate. Donc les ions permanganate sont toujours présents.</p>
Interprétation globale	<p><u>Interprétation globale</u> : le soufre réagit avec les ions permanganate et les élimine totalement. Ensuite, quand il n'y a plus de soufre la solution reste violette car les ions permanganate ne peuvent plus réagir.</p>
Conclusion	<p><u>Conclusion</u> : le changement de couleur de la solution a permis de repérer l'équivalence.</p>

La structuration ritualisée de ce compte-rendu⁷ aide l'élève à comprendre que l'interprétation permet de mettre en relation le monde des objets et des événements du monde des théories et des modèles :

⁷ Voir l'article « Croiser la physique-chimie et le français », en ligne sur le site académique de physique-chimie.



L'interprétation est à l'interface entre le monde des objets et des événements et le monde des théories et des modèles⁸. On remarque deux formulations différentes :

- **interprétation** (et **interprétation** « globale ») ;
- **conclusion**.

Les allers-retours opérés entre le monde des objets et des événements et le monde des théories et des modèles facilitent non seulement :

- **l'interprétation « globale » du phénomène** :
« Le [dioxyde de soufre] réagit avec les ions permanganate et les élimine totalement. Ensuite, quand il n'y a plus de [dioxyde de soufre], la solution reste violette car les ions permanganate ne peuvent plus réagir. »
- mais également la **décontextualisation** qui y est attachée, sous forme d'une conclusion :
« Le changement de couleur de la solution a permis de repérer l'équivalence.⁹ »

Dans la conclusion, le lien n'est pas rompu entre le monde des objets et des événements et celui des théories et des modèles, mais elle permet de généraliser le résultat pour faciliter le transfert dans d'autres situations similaires (un autre titrage colorimétrique en ce qui concerne l'exemple choisi) et ce, dans un processus de contextualisation / décontextualisation / recontextualisation¹⁰.

⁸ dHam C., « Transposition de la démarche expérimentale dans un environnement numérique de support », 11^{ème} rencontres scientifiques de l'ARDIST, 2020.

⁹ L'élève a écrit : « Le changement de couleur de la solution a permis de repérer l'équivalence. » ; la conclusion : « À l'équivalence, il y a changement du réactif limitant. » aurait plus facilement trouvé sa place dans une phase de théorisation, de généralisation.

¹⁰ Meirieu, P., Tardif J. « Stratégie pour favoriser le transfert des connaissances ». 1996.

IV – Conclusion

Expliciter les liens qui se tissent entre le monde des objets et des phénomènes et celui des théories et des modèles est essentiel afin de permettre « aux élèves d'accéder à une bonne compréhension des phénomènes étudiés » et au professeur de mettre « particulièrement en avant l'activité de modélisation¹¹ ».

Plus le professeur portera une attention à cette articulation, plus il sera en capacité d'analyser les tâches qu'il donne à faire aux élèves et plus les élèves seront, à leur tour, en capacité de se saisir de la notion de modèle, de comprendre le fonctionnement de la physique-chimie et donc, de parler de sciences de façon fructueuse.

Cet article n'est qu'une esquisse du travail que le professeur doit mener avec les élèves. D'autres points doivent également faire l'objet de son attention : l'appui sur les connaissances du quotidien et sur les conceptions des élèves en fait partie.

¹¹ Programme de physique-chimie de seconde générale et technologique, 2019.