

Cycle(s)	1	2	3	4
Classe(s)	PS MS GS	CP CE1 CE2	CM1 CM2	6 ^e 5 ^e 4 ^e 3 ^e
Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel	
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première	Terminale
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel	
Physique-chimie				

Fiche repères pour l'enseignant – Place des langages dans la modélisation (registre verbal, graphique et conceptuel)

Contribution de la physique-chimie à la construction des savoirs fondamentaux

Un ensemble de sept fiches repères a été produit pour expliciter les articulations entre apprentissage de la physique-chimie et construction des savoirs fondamentaux. Elles proposent un certain nombre de clefs pour la conception et la conduite d'un enseignement de physique-chimie qui favorise le travail des savoirs fondamentaux, à partir de situations pédagogiques propres à la discipline

Enjeux pédagogiques et didactiques

Les programmes physique-chimie du collège et du lycée font de l'activité de **modélisation** un des piliers de l'enseignement de la discipline. Les élèves sont amenés à construire et à utiliser des **modèles** pour décrire, comprendre, interpréter, prévoir les événements du monde matériel qui les entoure. La modélisation consiste à mettre en relation des éléments du **monde matériel** (objets et événements observables) avec des éléments du **monde de l'abstraction** (concepts, relations, lois, etc.).



Le langage joue un rôle fondamental dans les processus de modélisation en sciences. Il mobilise différents registres de représentation — **verbal**, **graphique**, **conceptuel** (symbolique ou mathématique) — qui permettent d'exprimer un même concept sous des formes complémentaires. La variation et l'articulation de ces registres favorisent l'appropriation des savoirs par les élèves, en s'appuyant sur une pluralité de représentations mentales et cognitives.



Obstacles ou difficultés pouvant être rencontrés par les élèves

- lors de l'utilisation du **registre verbal** :

- La construction d'un modèle débute souvent par le **choix des grandeurs** qui caractérisent un phénomène. La mise en place d'un **vocabulaire** rigoureux peut se confronter à la **polysémie** des mots ou encore aux **conceptions initiales** des élèves. *Par exemple : différence entre le poids et la masse ou différence entre la force d'une personne et la modélisation d'une action mécanique.*

- La **description d'un graphique** à l'oral ou à l'écrit mobilise le registre verbal. Il est fréquent que les élèves recourent à des formulations imprécises (ex. : « la courbe monte/descend »), sans expliciter la nature de la grandeur étudiée ni sa variation en fonction de l'autre.

- L'**explicitation de relations entre grandeurs** en langage naturel exige une forte capacité d'abstraction. Par exemple, la relation $d = v \times t$, qui décrit un déplacement unidirectionnel, peut être mal interprétée par un élève si celui-ci associe une distance d nécessairement positive à un mouvement « en avant », sans intégrer la possibilité d'un déplacement en sens inverse. Le registre mathématique permet ici une modélisation plus directe et synthétique que le langage courant.

- lors de l'utilisation du **registre graphique** :

La conception et/ou l'exploitation d'un schéma ou d'un graphique sont régulièrement sollicitées pour travailler sur les relations entre deux grandeurs. Ce n'est d'ailleurs pas une spécificité de la physique-chimie.

- La **conception ou l'exploitation d'un schéma** rend compte d'une modélisation de façon synthétique ce qui peut être source d'implicite. *Par exemple : l'utilisation d'un schéma de forces dans une étude mécanique permet de décrire un système, les caractéristiques des forces ou encore un repère.*

- Lors de la **conception d'un graphique**, l'utilisation de l'**outil informatique** est une aide mais ne doit pas se substituer systématiquement à la **construction à la main**. La construction d'un graphique sur papier permet à l'élève de se confronter à des difficultés comme le **choix d'une échelle** ou encore le **positionnement d'un point**. La technique de construction d'un graphique peut faire perdre de vue le sens physique de la problématique étudiée.

- Lors de l'**exploitation d'un graphique**, les élèves peuvent rencontrer des **difficultés techniques** (repérage d'un point ou détermination d'un coefficient directeur) ou des

difficultés d'abstraction (analyse du comportement d'une grandeur ou validation d'un modèle linéaire/affine).

- lors d'une utilisation du **registre conceptuel** :

- Le registre conceptuel exige les plus fortes capacités d'abstraction de la part des élèves, mais c'est aussi celui qui donne une dimension prédictive et quantitative au modèle. La place du **langage mathématique** joue ici un rôle essentiel et peut être source de difficultés avec la compréhension des notions renvoyées par un symbole d'écriture. *Par exemple, l'usage des parenthèses pour « $\sin(i_1)$ » où il s'agit de la valeur prise par la fonction sinus pour l'angle i_1 et l'usage des parenthèses pour « $I(mA)$ » qui signifie une intensité du courant exprimée en milliampère. Ou encore, la barre de fraction « / » ne signifie pas forcément une division pour certains élèves au collège.*

- Les **notations** utilisées peuvent induire des obstacles pour les élèves. *Par exemple, dans la filière STL, la concentration en masse est souvent notée « C » en classe de physique-chimie mais souvent notée « p » en biotechnologie. De plus, la concentration en masse, vue en classe de seconde, est associée à une relation « $C = m / V$ » qui est identique formellement à la relation définissant la masse volumique.*

Pistes de remédiation - Exemples de mise en œuvre

- Mobiliser **différents registres**

Les liens entre les registres conceptuel et verbal sont essentiels pour que les élèves gardent le sens des opérations mathématiques effectuées sur les expressions littérales. De plus la description d'un graphique mobilise le registre verbal. Enfin, les graphiques ou schémas permettent de donner des représentations visuelles des relations entre grandeurs. L'enseignant est alors amené à réaliser des **allers-retours** entre les registres dans un objectif d'**explicitation** des notions.

- Mobiliser dans un **ordre** les différents registres

Les trois registres ne se travaillent pas systématiquement de manière successive en commençant par le plus accessible (le verbal), pour terminer par le plus conceptuel.

Par exemple l'étude expérimentale d'un pendule pesant peut commencer par une description qualitative, puis s'affiner par des tracés de graphiques pour ensuite arriver à la relation entre grandeurs.



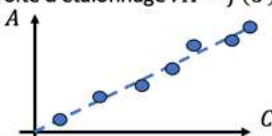
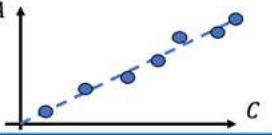
Par exemple, l'étude de la force gravitationnelle peut prendre le chemin inverse. « Faire parler » des relations entre grandeurs avec des représentations graphiques ou avec des mots.



- Introduire de la **progressivité** avec les registres

L'étude des graphiques ou d'une relation entre grandeurs demande à être abordée de manière progressive. Prenons l'exemple du concept de proportionnalité, dans le cas de

la loi de Beer-Lambert, qui mobilise les trois registres. Avant de demander à l'élève de repérer un point ou déterminer un coefficient directeur, il est judicieux de vérifier que l'élève lit correctement le graphique et qu'il est en mesure d'appréhender que lorsque « A augmente », la solution est d'une couleur « plus foncée ». On donne ci-contre les registres mobilisés lors de la construction de la relation « $A = k \times C$ ».

NIVEAU	REGISTRE VERBAL	REGISTRE GRAPHIQUE	REGISTRE CONCEPTUEL
Seconde générale	« Plus la solution est concentrée en espèce, plus elle est colorée. »	Pas de graphique, uniquement l'observation d'une échelle de teinte.	Pas de relation entre grandeurs. Seule la concentration en masse C_m est introduite.
Première générale	« Plus la concentration en quantité de matière C de l'espèce en solution augmente, plus l'absorbance A de la solution augmente. »	Droite d'étalonnage : $A = f(C)$ 	Introduction de la grandeur C . Relation entre les deux grandeurs A et C : « $A = k \times C$ » Loi de Beer-Lambert
Terminale générale	« Pour une solution limpide et diluée, plus la concentration en quantité de matière C de l'espèce augmente, plus l'absorbance A de la solution augmente. »	Droite d'étalonnage : $A = f(C)$ 	Relation entre les deux grandeurs A et C : dans un domaine de validité, « $A = k \times C$ » Loi de Beer-Lambert

Points d'attention pour l'enseignant

Mobiliser des registres différents avec une certaine progressivité permettra aux élèves de mieux construire et utiliser des modèles.

Pour aller plus loin

- [La modélisation, une activité essentielle pour travailler les compétences de la démarche scientifique](#). Eduscol. MENJ, 2019
- Pégase. [L'activité de modélisation](#). Enseigner la physique et la chimie.
- GRIESP. Expérimentation et modélisation, la place du langage mathématique en physique-chimie, Octobre 2016
- [Épreuve écrite disciplinaire appliquée, section physique-chimie, CAPES Concours externe et CAFEP, session 2024](#)
- Gaidioz, P. ; Tiberghien, A. « [Un outil d'enseignement privilégiant la modélisation](#) ». Bulletin de l'Union des Physiciens, Vol 97, Janvier 2003