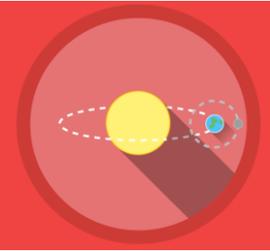


1 Préconceptions : Construire par-dessus les idées que les élèves apportent en cours



La science concerne la manière dont le monde fonctionne ; et bien avant que les enfants ne commencent une éducation formelle en science, ils construisent leur propre compréhension des phénomènes qu'ils rencontrent au quotidien. Ces **préconceptions** (*preconceptions*) sont construites à travers des expériences sensorielles et des interactions sociales. Ces idées auto-construites peuvent ou non correspondre à la compréhension scientifique et, si elles ne le font pas, sont appelées **conceptions erronées** (*misconceptions*). Les élèves doivent généralement passer par un processus d'ajustement de leurs idées, voire de les remplacer par des idées plus scientifiquement correctes.

Le processus par lequel les élèves adaptent et affinent leurs théories s'apparente au processus de découverte scientifique lui-même. Pensez à la façon dont la théorie de la relativité s'est construite sur la mécanique classique de Newton et l'a réaffinée. Il y a beaucoup à apprendre du processus de découverte scientifique face aux préconceptions des élèves :

- Les préconceptions font partie de l'histoire des sciences, et nous en avons tous. L'essentiel est d'être conscient de celles que vos élèves sont susceptibles de détenir et de savoir comment construire par-dessus ;
- Pour ajuster leurs conceptions erronées, les élèves ont besoin de voir des preuves convaincantes qui les aident à changer leur manière de penser et à accepter la nouvelle conception ;
- Changer la manière de penser prend du temps et les élèves doivent revoir leurs idées et se voir montrer différents exemples pour développer leur réflexion ;

Il est courant que les adultes aient des conceptions erronées, tout comme les enfants. Les élèves doivent se sentir à l'aise pour partager leurs idées afin que vous puissiez développer leur réflexion.

Où sont les « preuves » ?

Il s'agit d'un champ de recherche bien documenté et il est clairement prouvé que l'apprentissage est plus efficace lorsque les connaissances antérieures des élèves sont prises en compte. En particulier, les données suggèrent que :

- Les élèves construisent leurs propres explications des phénomènes et ces idées peuvent différer des explications scientifiques - il existe des conceptions erronées communes en science et des recherches permettent de les identifier ;
- Le conflit cognitif est un moyen efficace de faire avancer la réflexion des élèves, en les aidant à reconstruire leurs idées existantes ;
- Les conceptions erronées peuvent être difficiles à changer, mais cela peut conduire à de grands gains d'apprentissage, en particulier pour les concepts-seuils.

Encadré 1 : Sources d'information en ligne sur les conceptions erronées courantes

STEM Learning *Understanding misconceptions*
<https://www.stem.org.uk/resources/elibrary/resource/31725/understanding-misconceptions>

Le site *Learn Chemistry* de la Royal Society of Chemistry
<http://www.rsc.org/learn-chemistry>

Le site de l'Institut de Physique *Supporting Physics Teaching* site
http://www.iop.org/education/teacher/support/support/page_41531.html

AAAS Project 2061
<http://assessment.aaas.org/topics>

1-a : Comprendre les conceptions que les élèves apportent en cours de science

Tout d'abord, découvrez quelles sont les préconceptions de vos élèves. Connaître les conceptions erronées les plus connues sont un bon point de départ ; l'encadré 1 contient quelques endroits où vous pouvez trouver des informations sur les conceptions erronées courantes. Cependant, ce ne sont peut-être pas les préconceptions de *votre* classe et il est important de rapidement trouver les idées des élèves au début d'un thème. Vous pouvez ensuite utiliser ces informations pour juger de la meilleure façon d'aborder le thème. Il est utile que vos élèves soient eux-mêmes conscients des idées qu'ils ont pour pouvoir les comparer avec les explications scientifiques que vous enseignez.

Il existe différentes manières de rendre la pensée des élèves explicite, et deux voies sont explorées dans l'encadré 2.

Encadré 2 : Aider les élèves à rendre leur pensée explicite

Questions diagnostiques

Ce sont des questions à choix multiples dont les options incorrectes (les distracteurs) sont soigneusement conçues pour refléter les conceptions erronées courantes. Vous trouverez ci-dessous un exemple de question de la banque américaine d'évaluation AAAS :

<http://assessment.aaas.org/topics>

Lesquelles des parties suivantes du corps d'un animal sont constituées de cellules ?

- A. Les muscles, mais pas le cerveau
- B. Le cerveau, mais pas les muscles
- C. Les muscles et le cerveau
- D. Ni le cerveau, ni les muscles

La bonne réponse à cette question est la C : les autres réponses représentent la conception erronée selon laquelle certaines parties vivantes des organismes ne sont pas constituées de cellules.

Ces questions peuvent être utilement utilisées lors des « points charnières » de votre enseignement, en aidant à indiquer où l'enseignement devrait aller ensuite. Une bonne source de questions de diagnostic est *Best Evidence Science Teaching* (BEST) :

<https://www.stem.org.uk/best-evidence-science-teaching>.

Discussions en classe et en petits groupes

Les conceptions erronées peuvent émerger par le dialogue, et il est souvent utile d'utiliser des caricatures de concepts (*concept cartoons*) comme base de discussion (plus d'informations à ce sujet peuvent être trouvées dans la section « Autorégulation » de ce rapport). Une autre approche consiste à mettre les élèves en groupe et à les amener à écrire ou à discuter de ce qu'ils savent sur un thème. Au début de l'étude du sujet, toutes les réponses sont acceptables. Une liste de leurs idées peut être conservée tout au long du sujet et révisée pour montrer aux élèves comment leur façon de penser a changé au fil des cours.

1-b : Développez la réflexion des élèves à travers le conflit cognitif et la discussion

Une fois que vous avez identifié leurs préconceptions, vous pouvez commencer à aider les élèves à développer leur réflexion. Un moyen utile de développer leur réflexion est de fournir des preuves qui peuvent entrer en conflit avec les idées actuelles des élèves.

Une façon d'y parvenir est d'introduire le conflit cognitif dans les cours. Cela a été largement testé dans le cadre du programme *Cognitive Acceleration through Science Education* (CASE). Dans le cadre des cours CASE, les élèves font des observations inattendues qui remettent en question leurs conceptions erronées et les obligent à restructurer leur façon de penser pour tenir compte de ces nouvelles preuves. Ils sont ensuite soutenus, par l'enseignant et leurs pairs, pour résoudre le problème et le conflit cognitif. Ce faisant, les élèves développent de nouvelles stratégies d'apprentissage et des connaissances qu'ils peuvent ensuite appliquer à d'autres contextes.

Un exemple de conflit cognitif peut être trouvé dans l'encadré 3.

Encadré 3 : Exemple de conflit cognitif

Enseigner le modèle particulaire des gaz

Adapté de Burrows *et al.*, 2017 (p. 47).

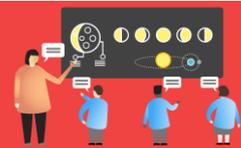


L'une des choses essentielles que les élèves doivent savoir sur les gaz est qu'il y a un espace vide entre les particules.

Ces idées peuvent cependant entrer en conflit avec les préconceptions des élèves. Même si les élèves savent que les particules d'un gaz ont des espaces entre elles, ils pensent souvent que l'espace entre elles est rempli d'autres choses telles que des bactéries, des polluants ou de l'oxygène.

Une façon de créer un conflit cognitif dans ce cas est de montrer que l'air d'une seringue bloquée peut être comprimé dans un volume plus petit (par exemple à l'aide d'une seringue de 100 cm³ et montrant que l'air peut être comprimé à 50 cm³), mais qu'un liquide et un solide ne peuvent pas. Cela fournit aux élèves une situation qui ne peut être expliquée sans l'existence d'un vide entre les particules, ce qui signifie qu'ils devront ajuster leurs idées pour s'adapter à cette nouvelle situation.

Les élèves peuvent travailler en groupes pour trouver des modèles expliquant comment les particules doivent être disposés dans l'air pour permettre à cette compression de se produire. Cela pourrait se faire par le dessin, permettant une discussion en classe sur les différents modèles proposés par les élèves. La compréhension peut être approfondie en leur demandant s'ils pensent qu'un gaz ne pourrait jamais être comprimé à un volume nul.



1-c : Accordez assez de temps pour dépasser les conceptions erronées et changer la réflexion

Tout au long des séquences d'enseignement, il est utile de revenir aux conceptions erronées et de rappeler aux élèves ce qu'ils pensaient au début, en les incitant à revoir ces premières idées et en reconnaissant tout changement dans leur réflexion. Certaines conceptions erronées peuvent prendre du temps à changer, il est donc important d'utiliser l'évaluation formative que leur façon de penser a changé à long terme.

De nombreuses conceptions erronées sont liées aux **concepts-seuils** (*threshold concepts*). Ces concepts transforment la manière de penser des élèves. Bien qu'ils représentent un défi pour l'apprentissage, une fois maîtrisés, ils permettent une appréhension différente de l'objet étudié. L'évolution est un exemple de concept-seuil, comme l'est la théorie des particules de la matière, ce qui ouvre la porte à toute la chimie. Il est donc utile de persévérer dans la construction de ces concepts-seuils pour accéder à un niveau de compréhension supérieur.

Meyer et Land décrivent un certain nombre de caractéristiques propres aux concepts-seuils. Ils sont susceptibles d'être :

- *Transformatifs* : ils entraînent un changement de perception d'un sujet et peuvent impliquer un changement de valeurs ou d'attitudes ;
- *Irréversible* : le changement qui en résulte est peu susceptible d'être oublié ;
- *Intégratifs* : ils « exposent une interrelation » entre d'autres conceptions au sein de la discipline, comme l'évolution le fait pour la biologie ;
- *Potentiellement gênant* : les élèves peuvent avoir des difficultés à faire face à la nouvelle perspective offerte.

Pour aller plus loin

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. and Wood-Robinson, V. (1994) *Making sense of Secondary Science: Research Into Children's Ideas*, London: Routledge.

Bien qu'il s'agisse d'une référence un peu ancienne, ce livre fournit un aperçu utile et accessible des conceptions erronées et de la façon de la traiter en sciences.

	Inefficace 	Intermédiaire 	Exemplaire 
Développez vos connaissances à propos des conceptions erronées	Je ne suis pas bien informé sur les conceptions erronées en science, et je ne sais pas où trouver des informations à ce sujet.	J'ai une connaissance superficielle des conceptions erronées en science, et je ne suis pas sûr de moi en dehors de mon champ de spécialité. Les conceptions erronées ne sont pas considérées comme une partie intégrante de mes progressions.	Je suis conscient des conceptions erronées possibles en science. Mes connaissances s'étendent aux différentes spécialités scientifiques. Je sais où les trouver et je les intègre dans la progression de mes thèmes et de mes cours.
Faites émerger les conceptions initiales de vos élèves	Je ne sais pas comment faire émerger les conceptions initiales des élèves et ce n'est pas une pratique standard pour moi.	J'ai compris l'importance de faire émerger les conceptions initiales et j'ai commencé à utiliser des pédagogies pour le faire.	Faire émerger les conceptions initiales de mes élèves est une partie essentielle de mes progressions de thèmes et de cours. J'utilise un grand nombre de pédagogies efficaces différentes, incluant les discussions de groupe et les questions diagnostiques.
Résolvez les conceptions erronées	Je ne suis pas confiant dans ma capacité à résoudre les conceptions erronées.	J'ai compris les pédagogies permettant de résoudre les conceptions erronées, incluant l'utilisation du conflit cognitif, et je les applique pendant mes cours.	J'ai compris que les conceptions erronées sont difficiles à dépasser. Je les revisite à différents moments et j'utilise un grand nombre de pédagogies pour y arriver, incluant le conflit cognitif, la discussion de groupe et l'argumentation.
Suivez les conceptions erronées jusqu'à leur dépassement	J'utilise des évaluations sommatives pour vérifier si les conceptions erronées ont été dépassées.	J'utilise des évaluations formatives pour vérifier si les conceptions erronées ont été dépassées et pour ajuster mon enseignement si ce n'est pas le cas.	J'utilise différentes stratégies d'évaluation formative (incluant des quiz à faible enjeu, des activités de classe, des questions diagnostiques et des discussions) pour vérifier que les conceptions erronées ont été dépassées. Si elles ne l'ont pas été, j'ajuste mon enseignement. J'ai compris que les conceptions erronées sont « collantes » et je les teste après un « temps d'oubli ».