

La démarche d'investigation scientifique

Comment éveiller la joie des élèves à travers des hypothèses?

Le texte qui suit vous présente une manière de co-construire des hypothèses en classe de sciences au primaire. C'est une proposition générale, qui peut être transposée aux différentes thématiques de l'enseignement, ainsi qu'aux différents degrés.

Le Plan d'études romand (PER) du deuxième cycle, dans le domaine des sciences, préconise de privilégier un enseignement développant la démarche scientifique (DS) à travers la «formulation de quelques questions et hypothèses au sujet d'une problématique»¹. C'est dans cette optique-là que s'inscrit cet article. La démarche scientifique propose d'intégrer les élèves dans la construction du savoir grâce à une posture favorisant la pensée par l'émission des hypothèses.

La formulation d'hypothèses s'inscrit, donc, comme un des moments de la démarche scientifique. Considérées comme des énoncés provisoires, elles sont un type de registre de modèle explicatif possible (Méheut, Hosson & Thauvin-Roy, 2006). Travailler sur les hypothèses dans le contexte de l'enseignement demande de faire la distinction entre une hypothèse et une prévision. Une prévision porte sur ce qu'il est possible d'observer de manière empirique (Méheut, Hosson & Thauvin-Roy, 2006). Par exemple, la question «Que se passe-t-il dans notre corps quand on court?» demande aux élèves de prévoir, à partir de leur vécu, ce qui va se passer dans leurs corps.

En revanche, la question «Comment je peux expliquer l'augmentation du rythme cardiaque et respiratoire

Comment éveiller la curiosité des élèves et gérer leurs hypothèses?



quand je cours?» demande aux élèves de raisonner à travers leurs connaissances pour argumenter leurs choix d'une manière plus scientifique. Par exemple, et nous y reviendrons ultérieurement, les élèves peuvent expliquer que l'augmentation du rythme cardiaque est liée au fait que l'effort physique demande un apport de dioxygène et de nutriments aux muscles, qui sont amenés par la circulation sanguine.

Lorsqu'un travail avec des hypothèses en classe est mené, il faut mettre en évidence qu'elles sont des énoncés provisoires qui pourront être testés. Elles n'ont pas l'obligation d'être vraies, seulement d'être plausibles, de ce fait il n'existe pas de mauvaises hypothèses.

Cela veut aussi dire que formuler des hypothèses en classe de sciences change la manière d'enseigner. En effet, les enseignant-es accompagnent les élèves dans leur processus de coconstruction, plutôt que d'endosser une posture d'expert-e quant à leurs propositions.

D'un côté, les élèves ont plus de liberté et, par conséquent, plus d'autonomie pour apprendre.

D'un autre côté, les enseignant-es doivent comprendre les hypothèses des élèves et donc être capables de les orienter dans un processus qui les mènera à la résolution du problème.

Enseigner à travers la formulation d'hypothèses

Faire des hypothèses veut dire prendre des risques, et ce d'autant plus pour les élèves de 6P dont les hypothèses sont rarement basées sur des savoirs scientifiques (Morge, 2016). Et dans ce cas-là, comment les enseignant-es peuvent-elles-ils faire pour «trier» les hypothèses des élèves sans prendre le rôle d'autorité?

Planifier et mettre en place une séquence didactique qui tient compte du rôle de l'enseignant-e dans l'enseignement peut être schématisé selon les étapes suivantes:

Le déroulement de la séquence

Au moment de la mise en place de la séance (étape 1 du schéma ci-dessous) l'enseignant-e présenterait l'activité et ensuite discuterait avec les élèves des possibles obstacles (relevés à priori, pendant la planification) liés aux savoirs de la thématique choisie. Le but est d'établir un ensemble de connaissances partagées à partir desquelles le groupe pourra échanger lors de la deuxième étape. Il s'agit ainsi des connaissances de référence (cette phase est exemplifiée plus loin dans le texte).

Cet ensemble de connaissances partagées servirait ensuite de base argumentative sur laquelle l'enseignant-e

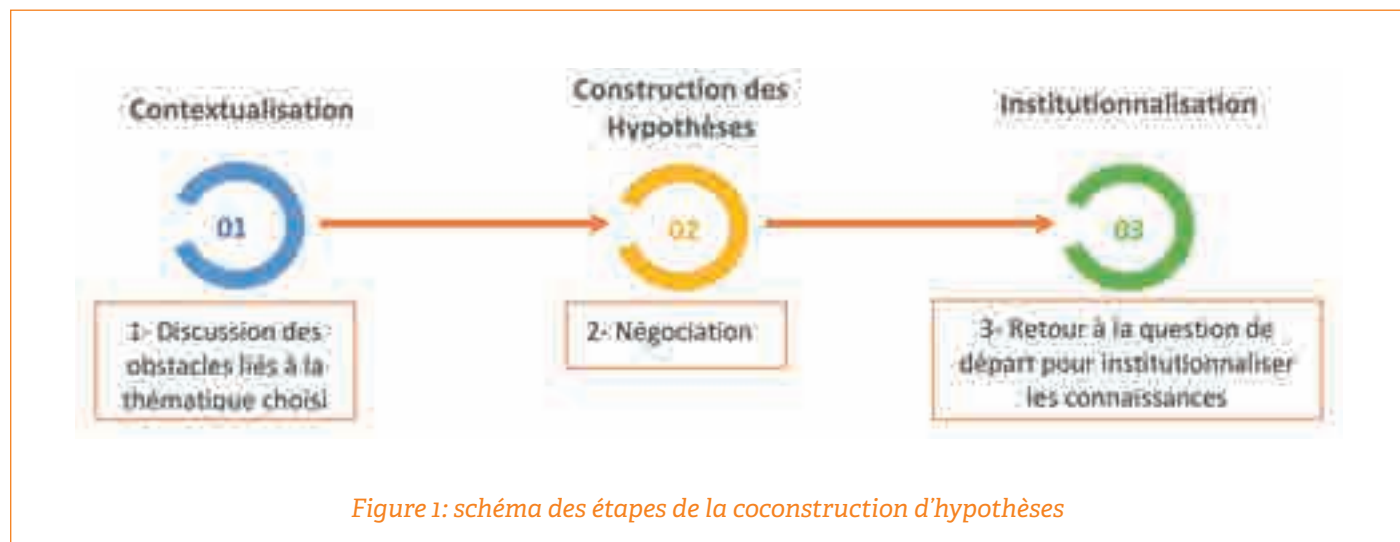


Figure 1: schéma des étapes de la coconstruction d'hypothèses

pourrait utiliser pour accepter ou réfuter les hypothèses proposées par les élèves (l'étape 2) et faire évoluer leurs représentations.

L'évolution des représentations est sous-jacente aux types d'arguments et contre-arguments que le collectif (enseignant-e et élèves) amènerait durant la phase de négociation. Dans le but d'organiser l'ensemble de propositions, l'enseignant-e et les élèves seraient guidés par trois critères de classification:

- Le premier critère est relatif à la recevabilité des hy-

pothèses. Une hypothèse est considérée comme recevable si la proposition de l'élève montre qu'il ou elle a pu s'appropriier le problème posé par l'enseignant-e. Sinon, elle n'est pas recevable. Dans le cadre de la circulation sanguine par exemple, la recevabilité des hypothèses est liée au fait de pouvoir trier dans l'en-

¹ PER. Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin [CIIP]. (2010). *Plan d'études romand: cycle 2 (Version 2.0)*. CIIP, p. 40.

semble de propositions celles qui montrent que les élèves ont compris qu'il y a des liaisons entre le cœur et le poumon (petite circulation), et entre le cœur et les organes (grande circulation).

- Lorsque l'hypothèse est recevable, le deuxième critère porte sur sa validité didactique. Il s'agit de vérifier qu'il n'y a pas de contradiction avec les connaissances de référence (la base argumentative commune). À ce moment, il est important de récupérer des éléments de validation dans l'ensemble construit au début de la séance et voir si les propositions sont en accord avec un ou plusieurs des quatre points relevés précédemment.
- La dernière étape d'analyse se concentre sur la validité scientifique. Cela signifie que la proposition de l'élève doit être analysée afin d'identifier des contradictions éventuelles en lien avec les savoirs scientifiques. Ce critère est lié aux connaissances scientifiques dont l'enseignant·e dispose, balisé par les prescriptions du PER pour l'enseignement de la thématique à enseigner.

Modélisé comme un entonnoir composé d'un ensemble de tamis de plus en plus fins (la recevabilité, la validité didactique et la validité scientifique), ces critères d'analyse amèneraient le collectif à trier l'ensemble des hypothèses et à les regrouper selon le type de raisonnement de l'élève (voir figure 2).

Cet ensemble de tamis sert aussi d'outil pour repérer les hypothèses des élèves qui ne sont pas valables scientifiquement et/ou didactiquement. L'enseignant·e interviendrait plus activement lors de son cours à travers l'utilisation d'arguments et de contre-arguments

pour transformer leurs représentations. Ses arguments se baseraient sur les connaissances de référence, les connaissances scientifiques, ainsi que sur les nouvelles contraintes et nécessités du corps – dans le cadre de la circulation sanguine.

Le moment de négociation est très riche parce qu'il permet aux élèves d'échanger, suscitant des questions pour mieux comprendre les propositions de leurs camarades, ainsi que des réflexions qui s'appuieraient sur les connaissances de référence du groupe.

La suite de l'activité peut se dérouler de différentes façons, en fonction du choix de l'enseignant·e. Par exemple, le groupe systématise les savoirs acquis ou il poursuit les autres moments de la démarche scientifique, comme le développement d'un protocole expérimental.

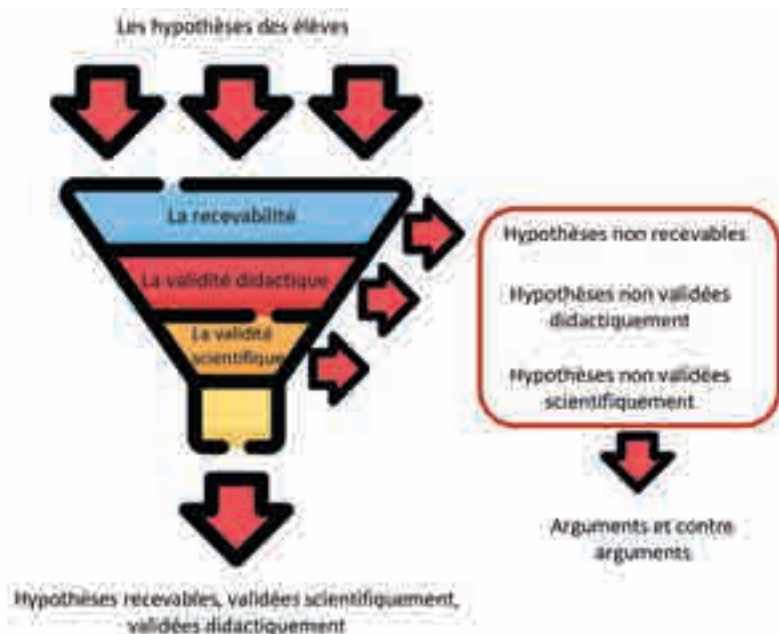
Ce type de dispositif d'enseignement peut être exploité avec d'autres thématiques, l'essentiel est que le moment de construction des connaissances de référence en collectif soit bien établi et ancré. Lors de l'évaluation, il est par ailleurs possible de proposer des questions, des caricatures ou des situations qui demandent aux élèves de remobiliser les connaissances de référence pour les résoudre.

Allons dans la classe... focus sur la circulation sanguine

Imaginons que Monsieur Robert rentre dans la classe de 6P et annonce: «Aujourd'hui on fera des sciences ensemble, on étudiera la circulation sanguine.»

Les réactions des élèves sont variées. Quelques-un·es montrent de l'enthousiasme, d'autres du mécontentement, tout cela accompagné d'un peu de bruit. Une der-

Figure 2: schéma de la phase de négociation



Cette image de couverture a été conçue en utilisant les ressources de Flaticon.com - https://www.flaticon.com/fr/icone-gratuite/entonnoir_3281373?related_id=3281269&origin=search

nière partie du groupe ne réagit pas, restant silencieuse et peu intéressée.

Connaissant déjà son public, l'enseignant n'est pas surpris par les réactions. Même s'il était fier de sa planification, car les activités de la leçon se sont déroulées comme prévu, M. Robert sort de sa classe, insatisfait de la qualité des interactions. Une intense réflexion l'anime:

Comment puis-je enseigner la circulation sanguine aux élèves des degrés primaires de manière à ce qu'ils éprouvent de la joie lors de l'apprentissage de connaissances scientifiques?

Comme un·e équilibriste progressant sur son fil, les enseignant·es des degrés primaires jonglent en contrebalançant les certitudes ancrées à leurs pratiques enseignantes et les incertitudes de ne pas être spécialistes du sujet.

Ce balancement risque de défavoriser la confiance en soi dans l'enseignement des sciences.

Est-il possible de trouver la joie professionnelle lors de l'enseignement de sciences aux degrés primaires?

C'est pour cela que cet article propose une démarche pouvant susciter l'intérêt de l'élève et aider les enseignant·es tant pour les planifications que dans les enseignements. L'exemple développé dans cet article concerne l'axe *Corps humain*, plus précisément la thématique *Respiration externe* du PER, avec comme apprentissage visé la «mise en évidence des relations entre l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire»⁵.

En reprenant le schéma des étapes de la coconstruction d'hypothèses (figure 1), des possibles obstacles prélevés pour la mise en œuvre de la phase de contextualisation – les connaissances de référence – sont:

1. La simultanéité de la circulation sanguine au niveau du cœur;
2. Le fonctionnement des valves qui permet de donner un sens unique à la circulation sanguine;
3. L'unicité du système circulatoire dans le corps. C'est-à-dire que le sang riche ainsi que le sang pauvre en dioxygène circulent simultanément dans le côté droit et gauche du corps. Cependant, à l'intérieur du cœur, il y a un partage entre les deux côtés. Dans cet organe, le sang pauvre en dioxygène circule dans le cœur droit, et le sang riche en dioxygène circule dans le cœur gauche;
4. La différence d'épaisseur de la paroi de chaque côté du cœur: au cœur gauche la paroi est plus épaisse que celle du cœur droit.

Les arguments pour retravailler les hypothèses repérées (lors de la phase de négociation – figure 2) sont liés aux besoins du corps comme: le rôle de pompe du cœur et la nécessité de faire passer le sang riche en dioxygène par le cœur avant d'aller aux organes.

Pour finir, la suite de cette séquence didactique ouvre à des multiples possibilités. À titre d'exemple, deux suggestions sont mises à disposition. La première consiste à utiliser une silhouette que les élèves remplissent pour montrer leurs apprentissages sur la grande et la petite

circulation. Cela peut être suivi des discussions autour de ce qui possible et impossible par rapport aux connaissances de référence.

Une deuxième suggestion est de travailler à travers des caricatures du système circulatoire; soit pour discuter sur les possibles ou impossibles par rapport aux connaissances de référence, soit pour voir l'évolution des préconceptions des élèves dans l'apprentissage de la circulation sanguine.

La visée, avec ces deux suggestions, n'est pas de dresser une liste exhaustive. En effet, la coconstruction d'hypothèses à travers la phase de négociation peut être adaptée aux différentes thématiques, selon les buts fixés par les enseignant·es dans leurs planifications.

La joie à apprendre, la joie d'enseigner

Pour mettre en œuvre ce dispositif, les défis sont liés principalement à l'anticipation. Anticiper un échantillon de connaissances de référence suffisamment large pour couvrir la plupart des obstacles liés au savoir. Il est aussi nécessaire d'anticiper des arguments et contre-arguments qui favorisent le raisonnement des élèves de manière à faire évoluer leurs connaissances initiales.

Dans la classe de M. Robert, un tel dispositif pourrait amener le groupe à assumer une posture de découverte scientifique. Cette posture exige des élèves un rôle plus actif dans le processus d'apprentissage et peut, *in fine*, éveiller leur joie à apprendre les sciences. Cela permet également aux enseignant·es (M. Robert inclus) de prendre en charge un rôle d'accompagnateur·trice permettant de participer au processus d'enseignement-apprentissage à partir d'une dimension plus coopérative.

Références

- Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Belin.
- Méheut, M., De Hosson, C., Thauvin-Roy, E. (2006). TP top, situation problème, démarche d'investigation: des modalités d'évolution pour l'enseignement des sciences physiques? *Le Bup*, 886 (1), 835-846.
- MER (Moyen d'enseignement romand). Magnard (2014). *Odysséo sciences, 26 enquêtes pour comprendre le monde*. CIIP
- Morge, L. (2016). Les difficultés des enseignants à gérer les phases de conclusion au cours d'une investigation. In C. Marlot & L. Morge (Eds), *L'investigation scientifique et technologique*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- PER (Plan d'études romand). Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin [CIIP]. (2010). *Plan d'études romand: cycle 2 (Version 2.0)*. CIIP.
- Richet, C. (1879). La découverte de la circulation du sang. *Revue des Deux Mondes* (1829-1971), 33, (3), 683-699. <https://www.jstor.org/stable/44778190>
- Voisin, M. (2011). Histoire de la découverte de la circulation du sang. *Académie des Sciences et Lettres de Montpellier*, 367-379.

⁵ PER. Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin [CIIP]. (2010). *Plan d'études romand: cycle 2 (Version 2.0)*. CIIP, p. 44

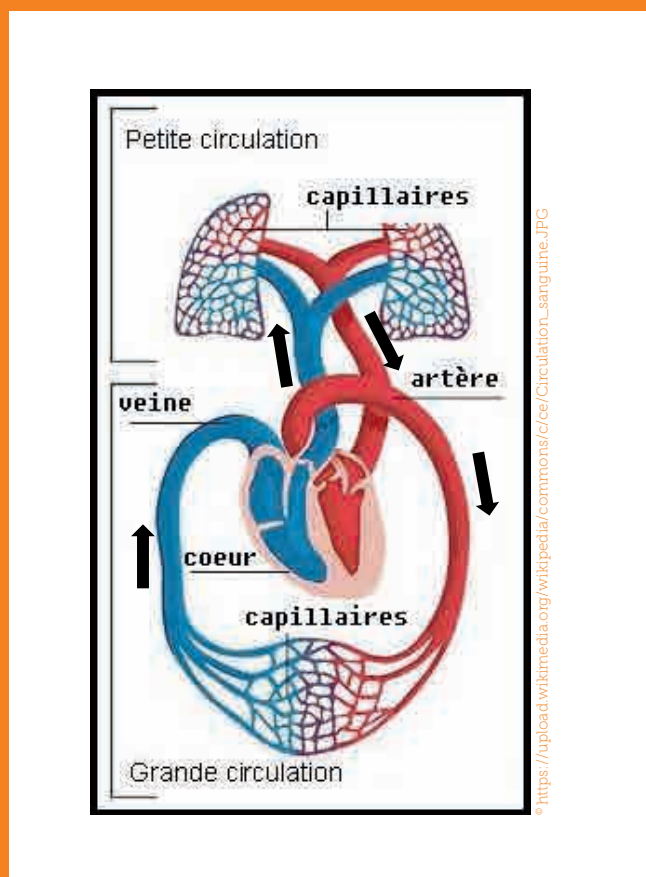
Bref retour sur la circulation sanguine

Historiquement, les premiers écrits autour de la circulation sanguine montraient différentes approches qui ne faisaient pas consensus par rapport à son fonctionnement (Richet, 1879). Cette notion se stabilise en 1629 à partir de la publication de l'ouvrage de William Harvey⁶, qui s'est appuyé sur l'expérience comme un phénomène visible pour la décrire.

Actuellement, la circulation du sang dans le corps humain est définie comme un mouvement où le sang est poussé par le battement du cœur, et passe à travers un circuit fermé, par les vaisseaux sanguins qui fonctionnent comme des tuyaux qui arrivent à tous les organes du corps pour les nourrir.

La petite circulation (aussi connue sous le nom de circulation pulmonaire) s'insère dans un circuit entre le cœur et le poumon où le sang pauvre en dioxygène (sang veineux) sort du cœur – par le ventricule droit – et arrive au poumon (à travers l'artère pulmonaire) pour faire l'échange gazeux. Au cours de cet échange, le gaz carbonique passe au poumon et le dioxygène rentre dans les capillaires sanguins, ce qui enrichit le sang en dioxygène (sang artériel) qui arrive au cœur (à travers la veine pulmonaire) – par l'oreillette gauche. La circulation systémique (ou grande circulation) englobe le cœur et les organes du corps. Le sang riche en dioxygène sort du ventricule droit du cœur (à travers l'artère aorte) et arrive aux organes où un nouvel échange gazeux est fait: le dioxygène est transmis aux organes et le gaz carbonique produit par les organes va dans le sang. Le sang, pauvre en dioxygène, retourne au cœur par l'oreillette droite.

Les expériences d'Harvey ont été importantes pour consolider le concept de circulation sanguine. Contrairement à ce qui lui est habituellement attribué, Harvey n'a pas découvert la circulation sanguine, les réflexions autour de ce sujet ont été faites très antérieurement à ses travaux. Son mérite est associé au fait qu'il a démontré ce que ses prédécesseurs avaient constaté bien avant lui. Pour l'accomplir, il a utilisé une méthode expérimentale à partir de laquelle il a pu tester ses hypothèses à travers une série d'arguments fondés sur le mouvement du sang d'une manière mécanique (et pourtant quantifiable) et qui finissait par une conclusion (Voisin, 2011).



Actuellement, la démarche expérimentale dénombre une variété de démarches possibles, mais comme celle poursuivie par Harvey, elles se caractérisent toujours pour avoir une (ou plusieurs): question(s), hypothèse(s) et argumentation(s) (Giordan, 1999).

⁶ Harvey, W. (1628). *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*.