

## **Enseigner les sciences... oui, mais comment et pourquoi?**

Francine Pellaud, LDES, Université de Genève

### **Résumé**

La "mode" en enseignement des sciences suit de plus en plus la démarche expérimentale. Mais au fait, en quoi consiste une démarche expérimentale à l'école? Et qu'en attend-on? A quels besoins répond-elle? Correspond-elle aux exigences de notre monde en mutation? Qu'offre-t-elle en termes d'acquisition de connaissances, de compétences, d'attitudes?

En termes d'apprentissage, où peut-on la situer dans l'acte d'apprendre? Participe-t-elle à la construction du savoir par l'apprenant? Quelles sont ses limites, ses manques, les obstacles qu'elle crée et ceux qu'elle doit surmonter? Qu'exige-t-elle de la part de l'enseignant? Que lui manque-t-il pour devenir cette "panacée" qu'attend si impatiemment l'école?

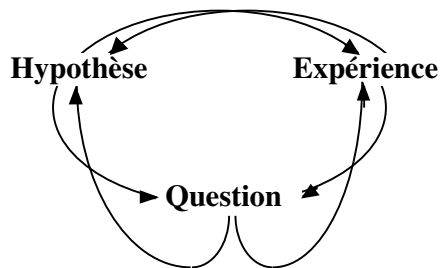
### **Qu'est-ce qu'une démarche expérimentale?**

Parler de démarche expérimentale n'est pas nouveau. Elle a déjà fait couler beaucoup d'encre, et on l'a même idéalisée jusqu'à la caricature, comme une recette infailible qu'il suffirait d'appliquer pour former de "bons petits scientifiques". Sa description classique est schématiquement la suivante: Observer, émettre une hypothèse, expérimenter, vérifier l'hypothèse et, finalement, formuler un résultat la confirmant ou non. Eventuellement recommencer, après avoir isolé une nouvelle hypothèse. Cette pratique est même codifiée par l'approche dite OHERIC (Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusions) proposée dans les années 1970 déjà. Cette approche a été tellement bien intériorisée qu'elle reste encore actuellement un modèle proposé dans la plupart des centres de formation des maîtres. Si elle a le grand avantage de rassurer l'enseignant, elle a l'inconvénient de proposer à l'apprenant une vision de la recherche scientifique linéaire et idéalisée. Idéalisée, car la "véritable" recherche scientifique, celle qui se déroule dans les laboratoires, ne se passe jamais ainsi. Le modèle OHERIC correspond à la reconstitution *a posteriori* d'une "découverte". Il ne reflète ni l'empirisme qu'elle suppose, ni les conditions dans lesquelles elle a été entreprise. Une recherche se situe toujours dans un temps et un espace qui la rendue possible. Elle n'est jamais "toute seule" dans la tête d'un seul génie. Cet état de fait est renforcé par l'obligation de suivre les programmes scolaires. Ceux-ci étant ce qu'ils sont, c'est-à-dire un amoncellement de connaissances souvent anecdotiques et déconnectées de la réalité de l'apprenant comme de l'histoire des sciences, les propositions d'expérimentation apparaissent souvent très artificielles et décontextualisées.

Pour réconcilier la recherche et l'école, et tout en restant très pragmatique, que devrait permettre une démarche expérimentale à l'élève?

- Tout d'abord, avoir envie de répondre à une question qui ait du sens, qui l'intéresse, l'interpelle. Ce sens peut être donné par un événement ou un élément proche de la réalité de l'apprenant, comme par une anecdote lue ou entendue ou une référence à l'histoire des sciences, etc.

- Formuler des hypothèses –c’est-à-dire passer d'une question à une recherche d'explication plausible, ou imaginer des possibles- qui pourraient répondre à cette question.
- Trouver les moyens -poser le problème, définir les outils, etc.- de répondre à cette question et les mettre en œuvre.
- Chercher à travers des expériences -c’est-à-dire en se confrontant avec la réalité- des arguments qui vérifient ou invalident ces hypothèses.
- Oser se tromper, recommencer, modifier ses hypothèses et rebondir sur d'autres questions.



Système d'interactions  
Giordan, LDES, 2000

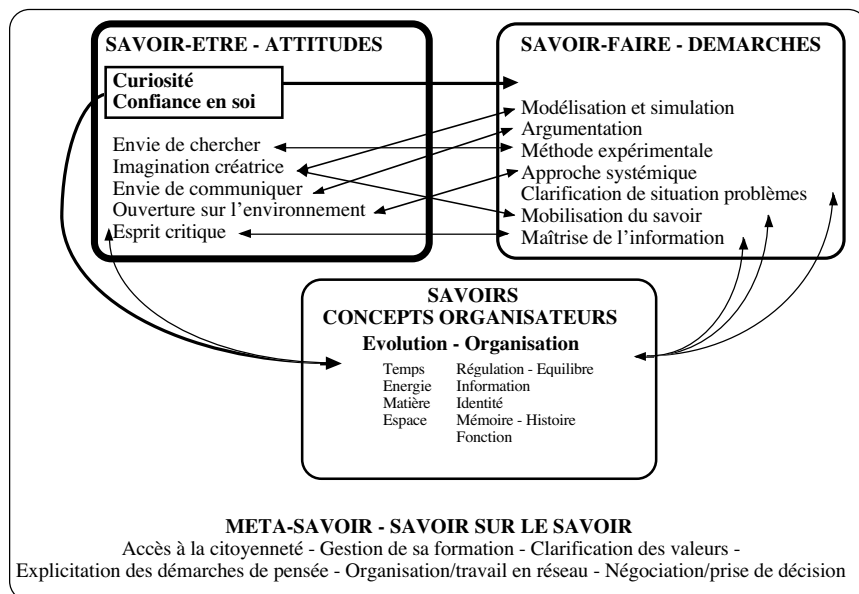
Dans la pratique, et surtout si l'enseignant est vigilant quant à l'évolution et la transformation des conceptions de ses élèves, ce schéma de base risque bien de se voir répéter et "bousculer" dans son déroulement. Il faut en effet souvent plusieurs "va et vient" entre ces étapes, chacune de celles-ci correspondant à des reformulations permettant de transformer progressivement les obstacles rencontrés, et cela tant au niveau expérimental que

conceptuel. En tant qu'enseignant, il ne faut pas oublier d'en prévoir le temps nécessaire et d'être prêt à assouplir la rigidité de cette séquence schématique!

### Qu'attend-on d'une démarche expérimentale?

D'une manière très générale, l'enseignement des sciences devrait permettre de développer non seulement des savoirs en termes de connaissances, mais également des savoir-faire, des savoir-être et des "savoirs sur le savoir", c'est-à-dire une certaine métacognition.

Ces quatre types de savoirs sont nécessaires si nous voulons que nos élèves deviennent des individus capables de raisonner de manière autonome, grâce à un esprit critique constructif, en vue de prendre des décisions réfléchies, basées tant sur une compréhension disons tant "scientifique" des problèmes que sur une

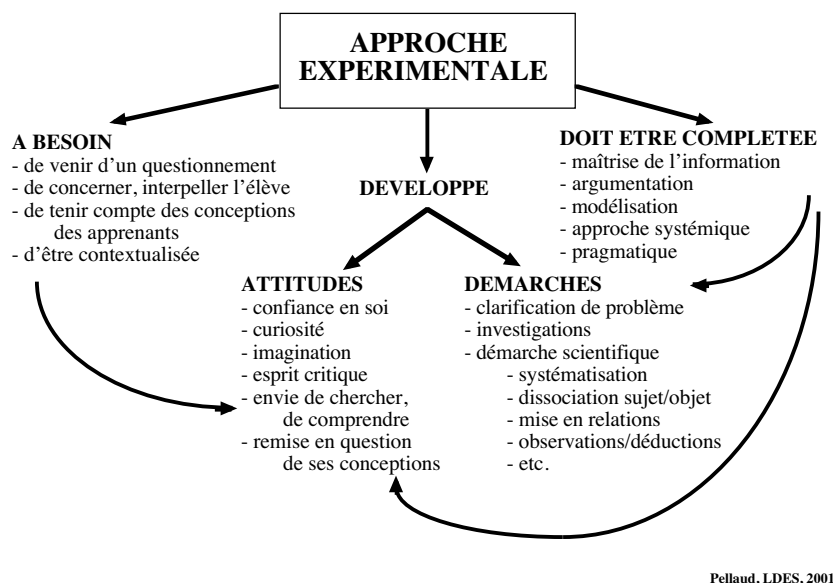


réflexion éthique. Il est donc intéressant de se pencher plus précisément sur la manière dont la démarche expérimentale participe à l'atteinte de cet objectif global.

Tout d'abord, et au delà de l'importance de la manipulation, l'approche expérimentale permet de remettre en question l'idée de "vérité". Par exemple, vos élèves ont observé la manière dont une plante ou un animal se nourrit, mais deux résultats sont contradictoires. Si vous leur demander "qui des deux a raison?" puis "comment pourrait-on le savoir?" vous risquez bien d'obtenir une réponse du style: "il faut voter!". Une telle réaction montre bien que la "vérité" scientifique n'est pas quelque chose qui se construit spontanément! L'idée de "preuve scientifique" est importante, même si celle-ci doit, paradoxalement, être sans cesse remise en question!

Ensuite, malgré son côté apparemment brouillon, la démarche expérimentale est rigoureuse et exigeante. Rigoureuse parce qu'avant même de la proposer en classe, elle demande une définition claire des objectifs, ainsi que des moyens pour y parvenir, et cela même si l'on sait que le chemin que va emprunter l'élève connaîtra souvent un déroulement plus incertain!

Rigoureuse, car les consignes doivent être bien identifiées par les apprenants, pas seulement



dans leur forme, mais dans leur fond! Savoir pourquoi on procède de la sorte est certainement aussi important que de savoir comment! Une telle approche prend du temps, celui des tâtonnements et des reformulations, mais elle permet aux élèves de s'approprier un savoir scientifique en le construisant à leur tour et à leur mesure.

Enfin, l'approche expérimentale permet à l'apprenant de construire de manière intrinsèque son propre savoir... pour autant que la manière dont celle-ci est proposée le lui permette. Pour répondre à cela, un détour par ce que signifie l'acte d'apprendre est indispensable.

### Où se situe l'approche expérimentale dans l'acte d'apprendre?

Nous pouvons distinguer 3 grands modèles d'apprentissage:

- La pédagogie frontale
- Le béhaviorisme
- Le constructivisme

D'une manière presque "instinctive", nous mettrions l'approche expérimentale dans le constructivisme. L'idée même de construction paraît en effet parfaitement convenir à celle de manipulation de matériel et de pédagogie dite "active" que renvoie celle d'expérimentation.

Pourtant, qui dit pédagogie active, expérience à faire soi-même, etc. ne dit pas forcément construction de connaissance. En effet, ce n'est pas parce que l'élève bouge qu'il est actif! L'activité commence avec celle des neurones, et un élève peut très bien réaliser tout un montage expérimental sans pour autant avoir réfléchi, ne serait-ce qu'une fraction de seconde, à ce qu'il est en train de faire! En d'autres termes, une expérience "mode d'emploi" est en fait une forme détournée de la pédagogie frontale. Elle se heurte aux mêmes limites que celle-ci, à savoir qu'elle ne peut être efficace que si les quatre conditions suivantes sont réunies:

- Que le public se pose les mêmes questions que l'orateur.
- Qu'il possède le même cadre de référence.
- Qu'il ait la même manière de produire du sens.
- Qu'il mette derrière les mots la même signification.

Si tel est le cas, alors la pédagogie frontale est la manière la plus simple de donner un maximum d'informations dans un minimum de temps. Dès lors, la seule démonstration faite à l'ensemble de la classe devrait également être suffisante. Pas la peine de se compliquer la vie avec la mise en œuvre d'ateliers...!

Ainsi, si nous voulons que la démarche expérimentale porte réellement les fruits de l'expérience, elle doit s'inscrire dans une démarche plus vaste qui offre à l'apprenant la possibilité de la sortir du cadre restreint d'un "laboratoire". Pour y parvenir, elle a besoin de la complicité d'approches parallèles et complémentaires, comme la systémique, les enquêtes, les investigations, la modélisation, la simulation, l'enregistrement de données, etc. Cette complémentarité est nécessaire pour que l'élève ait la possibilité de mettre en œuvre l'ensemble des paramètres dont il a besoin pour construire son savoir. Et c'est à ce niveau que le rôle de l'enseignant est des plus importants. Car si seul l'élève peut apprendre, que personne ne peut le faire à sa place, il ne peut pas non plus y parvenir seul. Le rôle de l'enseignant est donc très stratégique. Il doit proposer à l'élève un panel de possibles, d'outils, de démarches, etc. afin que ce dernier puisse trouver dans cet environnement didactique la manière d'apprendre qui lui conviendra le mieux... Tout en se rappelant qu'il n'y a jamais qu'une seule manière d'apprendre, et qu'en général, c'est l'accumulation de plusieurs facteurs qui permet de provoquer le "tilt" final! Mais cet "eurêka" salvateur ne peut être que le fruit d'une transformation intrinsèque des conceptions. Archimède ne l'aurait certainement pas crié si l'ensemble de ses réflexions ne l'avaient amené à sortir du système de pensée dans lequel il baignait, si vous me permettez l'expression, pour en comprendre sa poussée!

### **La démarche expérimentale pour transformer les conceptions**

Dire que chaque individu a ses propres représentations, que nous préférons d'ailleurs nommer "conceptions" dans le jargon didactique, est presque devenu un pléonasmе, tant cette évidence paraît établie. Pourtant, si beaucoup d'enseignants tentent, à travers la prise en compte des conceptions, de placer l'apprenant au cœur de ses préoccupations, elle n'apporte souvent pas les résultats escomptés. Pourquoi? Parce qu'une fois les conceptions mises en évidence -par un pré-test, une discussion, un jeu de rôle, etc.- les enseignants ne savent souvent pas quoi en faire ou pire, pensent qu'ils ont ainsi bien fait leur "boulot" puisqu'ils sont partis des élèves. Mais partir des élèves, comme le dit Giordan, ce n'est pas y rester! Se contenter de faire

émerger les conceptions ne sert qu'à donner "bonne conscience" à l'enseignant, mais n'aide que rarement les élèves à apprendre.

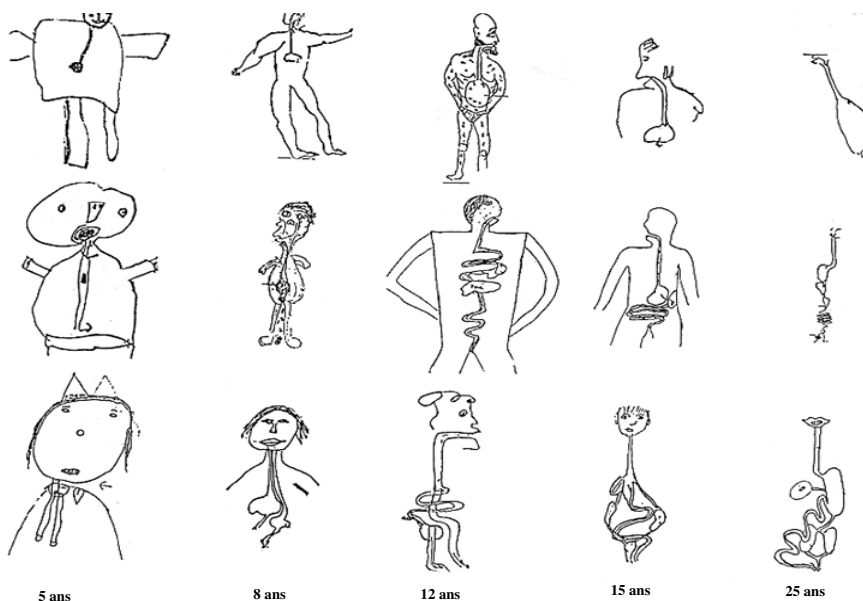
L'erreur vient souvent du fait que l'on oublie que l'expression des conceptions n'est que la partie émergée d'un iceberg dont la base est rarement révélée de manière explicite. Elles dénotent toute une façon de raisonner, de donner du sens à ce que l'on voit, de répondre aux questions que l'on se pose... et même à celles que l'on ne se pose pas! Mais ces manières de raisonner ne sont pas toujours faciles à déterminer. Il s'agit à tout moment de se poser la question de: "pourquoi me répond-il cela?", "quel est le raisonnement qui l'a poussé à me donner une telle explication?", "comment comprend-il ou interprète-t-il ce qu'il a lu, ce que je lui ai dit, ce qu'il a vu, etc.?"

Petits exemples de mises à jour de conceptions:

Si en demandant à un enfant pourquoi il ne mange pas son ragoût d'agneau, il vous répond qu'il n'aime pas manger du mouton "parce qu'il a le goût d'herbe", vous pouvez en déduire que cet enfant a déjà compris que ce qui est ingurgité "construit" (puisque le mouton a le goût de l'herbe qu'il mange, cela signifie pour cet enfant que l'herbe "devient" le mouton), mais que la transformation des aliments n'est absolument pas intégrée (l'herbe reste de l'herbe, même quand le mouton l'a mangée), pas plus que l'utilité véritable de "manger"! Vous voilà en possession d'indications importantes ... si votre but était d'entamer le sujet de la digestion avec cet enfant!

De même, si votre ambition est d'aborder avec des élèves la notion de pesanteur, et que lorsque vous posez la question de "pourquoi ça tombe?" l'un d'eux vous dit que "au début, la Terre, les plantes ont fait quelque chose autour pour se protéger, c'est grâce à ça qu'on peut rester, sinon on flotterait, et on grillerait par le soleil qui nous attire", vous savez que cet enfant a une certaine connaissance de la présence de l'atmosphère, liée à un finalisme qui correspond parfaitement à ce qu'il connaît à travers son vécu personnel. D'autre part, c'est le poids de l'atmosphère qui fait que les choses tombent et que nous ne nous envolons pas. Le mode de raisonnement sous-jacent fait donc appel à la notion de force, certes, mais faisant référence à une pression et non à une attraction. Par contre, il a déjà une certaine notion de ce qu'est l'attraction, puisqu'il parle de celle qu'exerce le soleil sur la terre!

Mais en fait, quelle est l'importance de s'intéresser aux conceptions? Eh bien tout simplement parce que, si nous n'en tenons pas compte dans notre enseignement, elles se maintiennent.



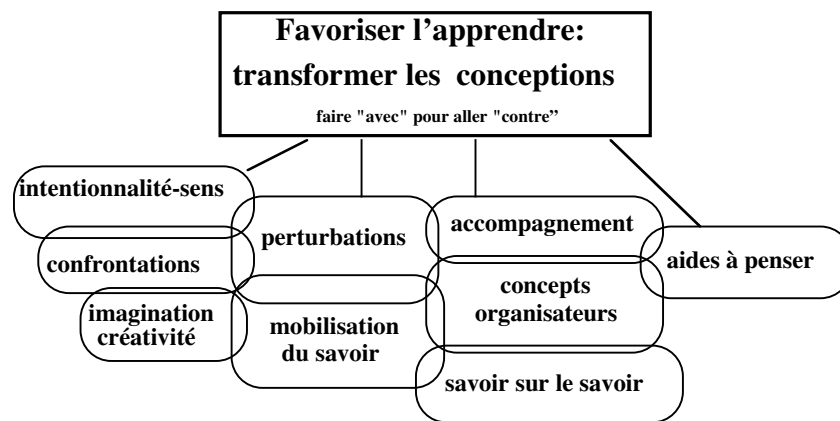
Et c'est ce qui arrive la plupart du temps dans nos classes. Les élèves sont tout à fait capables de mémoriser tout ce qu'il faut pour répondre aux questions d'une épreuve ou d'un examen, mais celui-ci passé, les conceptions préalables refont surface. Plusieurs expériences ont montré que les mêmes

Conceptions d'apprenants sur la digestion

questions posées lors d'une épreuve sommative, mais avec un intervalle de 3 à 6 mois après la fin du cours traitant du sujet sur lequel elles portent, donnent des résultats catastrophiques, même de la part des meilleurs élèves.

Pour éviter ce genre de mésaventure, il faut donc prendre en compte ces conceptions, non pas pour tenter de les détruire, ce qui est impossible, mais pour tenter de les "déconstruire", ou mieux, de les transformer.

Notre laboratoire s'est donc penché sur les différents paramètres qui favorisent cette transformation. Nous en avons dénombré 9, tous plus indispensables les uns que les autres.



Environnement didactique favorisant l'acte d'apprendre  
Giordan - Pellaud (2001)

Les conceptions ne sont pas moins que la base sur laquelle nous élaborons nos connaissances et nos façons de raisonner. Autant dire que personne ne peut s'en passer et qu'on ne quitte une conception qu'à contrecœur, tant elle nous est propre, parfois intime, et surtout indispensable pour notre propre vie, voire notre survie. Pour pouvoir envisager une transformation de ces conceptions, il faut donc mettre en place tout un système assez complexe pour, en même temps montrer à l'apprenant les limites de son raisonnement, lui offrir de nouvelles pistes de réflexions, lui permettre d'avoir assez confiance en lui pour oser changer ses points de vue.

Une démarche expérimentale bien menée permet d'atteindre la plupart de ces paramètres.