

Une approche de la spiralisation en physique-chimie dans les programmes de collège en 2016

M. Barde.
Professeur de physique-chimie. Formateur académique. Chargé de mission d'inspection.
Académie d'Aix-Marseille. Février 2016.

Introduction

La réforme scolaire portant sur les cycles 2, 3 et 4, entrée en vigueur à la rentrée 2016, est porteuse d'évolutions certes structurelles mais également pédagogiques et didactiques.

L'article proposé n'a pas la prétention de prendre place dans le vaste champ des recherches en éducation. Il est le fruit d'une expérience de terrain et de lectures partagées avec Jean-Marc Martin, professeur de physique-chimie et formateur, que je tiens à remercier particulièrement. Cette synthèse est l'aboutissement de nos nombreux échanges lors de la construction des stages sur les nouveaux programmes et particulièrement celui sur la spiralisation. Elle s'appuie sur des supports théoriques et invite les lecteurs, à leur tour, à enrichir leurs pratiques et leurs réflexions. Nous avons essayé de retranscrire les idées développées par des auteurs reconnus, tels Jean Piaget, Britt-Mari Barth, Gérard Vergnault, etc. Les simplifications que nous avons apportées ne reflètent pas l'intégralité ni la complexité de leurs recherches, mais notre souci premier a été de rendre opérationnalisables leurs idées tout en essayant de les articuler en un tout cohérent.

I- Comment les concepts se construisent-ils ?

I-1- La perception du monde

L'un des objectifs de l'enseignement est de permettre aux élèves de maîtriser un certain nombre de concepts définis dans le programme de sciences et technologie du cycle 3 et de physique-chimie du cycle 4, par le BO spécial n°11 du 26 novembre 2015.

Un élève a déjà des représentations du monde qui l'entoure : il interprète le "réel" en fonction de ses propres cadres de compréhension, il se construit des représentations du "réel" pour expliquer les phénomènes auxquels il est confronté. C'est ce que Jean Piaget¹, dans ses travaux, appelle le cadre assimilateur. Lorsque l'enfant s'adapte en fonction des contraintes du "réel", son processus de pensée s'accommode. Assimilation et accommodation sont les leviers de l'apprentissage : l'enfant doit sans cesse assimiler des éléments du "réel" extérieur pour accommoder, au "réel", ses cadres de compréhension intérieurs.

La difficulté pour l'enseignant est d'accéder aux savoirs de l'enfant et l'aider à dépasser ses conceptions erronées.

Pour J. Piaget, la construction d'un concept se fait ainsi "*par continuel dépassement des élaborations successives (...) à partir des activités spontanées de l'enfant.*"²

¹ Piaget, J. La représentation du monde chez l'enfant. Editions PUF. 1947.

² Piaget, J. *Où va l'éducation*. Unesco : Denoël/Gonthier, 1972.

I-2- Concept et catégorisation des concepts

I-2-1- Concept catégoriel et concept formel

Dans son ouvrage "L'apprentissage de l'abstraction"³, Britt-Mari Barth s'appuie sur les travaux de J. Piaget et du psychologue américain Jérôme Bruner pour définir un concept comme une "pensée abstraite" désignée par un mot ("l'**étiquette**") et des caractéristiques qui lui sont propres ("les **attributs**") lui permettant de se distinguer d'autres concepts. Un **concept catégoriel** est construit à partir d'**exemples** qui servent à distinguer les attributs propres au concept et qui définissent son domaine de validité.

On peut rendre compte de cette définition par un schéma, à partir d'un exemple : le concept de fruit. Au sens botanique, les graines proviennent des fruits et la fleur se développe en fruit contenant des graines :

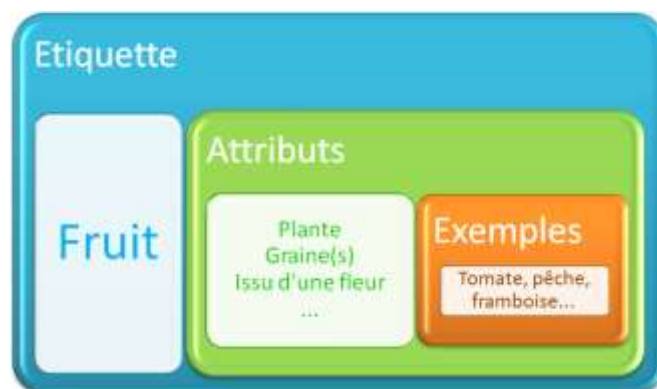
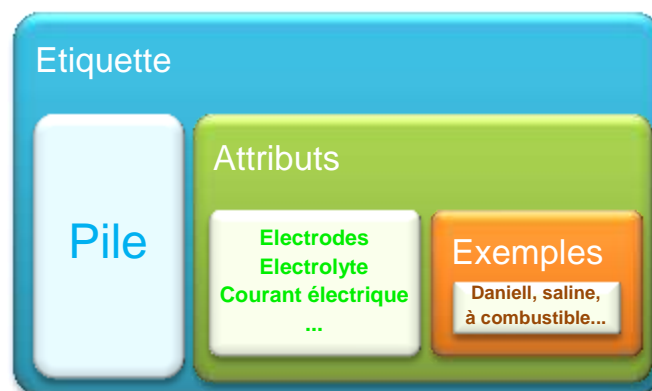


Fig.1 : Le concept de fruit

Pour la physique chimie, le concept catégoriel de pile peut être décrit à l'aide d'un schéma similaire :



Un **concept formel** (par exemple, la force, l'énergie, le potentiel électrique) est un outil intellectuel permettant d'appréhender la réalité, d'en comprendre les phénomènes. Ils sont destinés à résoudre des problèmes. La formation d'hypothèses y est centrale.

³ Barth, B-M. *L'apprentissage de l'abstraction, Méthode pour une meilleure réussite à l'école*, Editions Retz, 1987

Pour Lemeignan & Weil-Barais, « *il est possible de différencier plusieurs types de concepts formels* »⁴ selon qu'ils se définissent par leurs relations avec d'autres (le pH ou l'énergie par exemple), ou qu'ils renvoient à des *entités hypothétiques* (atome, ion) ou bien qui sont le produit de l'activité mentale elle-même (système, chaîne énergétique).

I-2-2- Une volonté d'aider les enseignants

Lors des stages de formation sur les nouveaux programmes de collège en physique chimie, nous avons tenté de trouver une approche « globale » pour aider les enseignants à faire construire des concepts (qu'ils soient catégoriels ou formels) par leurs élèves et, plus largement, à enseigner l'ensemble des attendus du programme. Pour nous, il s'agissait avant tout de rassembler et relier, en un tout cohérent, les attentes institutionnelles (spiralisation, complexité, contextualisation, etc.) et leur donner du sens.

Dans le paragraphe précédent, nous avons vu que concept catégoriel et concept formel sont de nature très différente. Selon Lemeignan & Weil-Barais, les processus de construction de ces deux types de concepts ne peuvent donc pas être identiques.

Toutefois, pour essayer de simplifier notre propos et permettre au lecteur de comprendre ce qui a sous-tendu les formations sur les nouveaux programmes de collège dont il est question ici, on peut essayer de s'appuyer sur les travaux de Vergnaud⁵ qui caractérise le concept comme :

- l'ensemble des situations de référence qui donnent du sens au concept (la référence) ;
- l'ensemble des invariants (propriétés) qui sont constitutifs du concept (le signifié) ;
- l'ensemble des formes langagières ou non langagières (systèmes symboliques) qui permettent de symboliser le concept, ses propriétés et les situations qu'il permet de traiter (le signifiant).

Autrement dit, la référence est la « chose » elle-même, le signifié est la représentation mentale que l'on se fait de la « chose » ; le signifiant sert à évoquer la « chose » dont on parle (son, mot, geste, image, etc.) ; on parle de représentation sémiotique.

Les recherches de Raymond Duval⁶ ont montré l'importance de la sémiotique (étude des signes) dans l'acquisition des concepts. Comme l'écrivent Damien Givry et Alice Delsérieys⁷ : « *chaque registre permet de mettre en œuvre des aspects différents d'un même concept et la compréhension d'un concept passe par la mise en relation des différents registres sémiotiques qui le représentent.* »

Nous pensons donc fondamental d'utiliser divers signifiants au sein d'exemples variés et complémentaires pour accroître l'efficacité de l'apprentissage d'un concept puisque comme Raymond Duval le souligne d'ailleurs : « *La coordination de plusieurs registres sémiotiques apparaît fondamentale pour une appréhension conceptuelle des objets [...].* ».

⁴ Lemeignan, G. & Weil-Barais, A. (1993). *Construire des concepts en physique*. Paris, Hachette Education

⁵ Vergnaud G. (1991) La théorie des champs conceptuels. *Recherche en didactique des mathématiques*, vol. 10, n°2.3, pp.133-170

⁶ Raymond Duval. Registres de représentation sémiotiques et fonctionnement cognitif de la pensée. 1993. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 5, 37-65.

⁷ Damien Givry, Alice Delsérieys. Quel est l'impact des registres sémiotiques sur l'efficacité d'une séquence d'enseignement sur les gaz pour des élèves de Seconde ? (2013) <hal-00815028>

Par exemple, le concept formel d'ion possède des signifiants (symbole, schéma, etc.), un signifié (entité constituée d'un ou de plusieurs atomes, chargée, ayant la faculté de se déplacer vers une électrode, etc.) et de nombreuses situations de référence qui le mettent en scène (la production de courant électrique dans une pile, etc.). De la même façon, le concept catégoriel de pile possède des signifiants (le mot pile, un schéma, la représentation symbolique, la représentation conventionnelle, etc.), un signifié (la pile tel que le conçoit le chimiste) et des situations de référence à qui elle est associée.

Ainsi, quand nous parlerons de « concept », nous essaierons de l'envisager dans ce sens assez général, sans doute moins rigoureux mais ayant l'avantage de simplifier notre approche.

I-2-3- Un processus de construction

Quels que soient le type de concept auquel on a affaire, il est excessivement difficile pour un élève de le construire seul. La construction d'un concept est un processus long, complexe et non linéaire. Il nécessite d'avoir recours à plusieurs exemples, plusieurs situations de référence, voire des contre-exemples qui, par contraste, aident à déterminer et discriminer les attributs, les invariants :

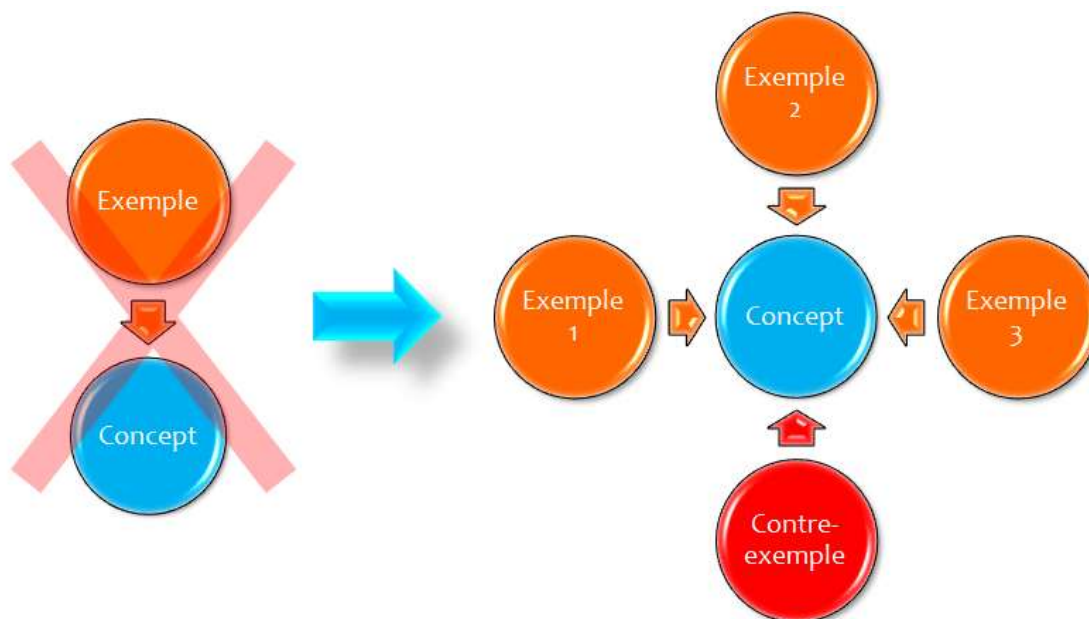


Fig.2 : Construction d'un concept catégoriel

Comme le souligne d'ailleurs Britt Mari Barth, *“Apprendre, [c]est d'abord la capacité de discerner des attributs, de sélectionner ce que l'on retient et ce qu'on laisse de côté.”*

Pour mieux comprendre et afin de nous décentrer quelques instants de la physique-chimie, explicitons cela à partir du concept “fruit”.

Dans un premier temps, un enfant peut limiter la qualification de ce concept à ses attributs culinaires d'aliment à la saveur sucrée et issu d'une plante :

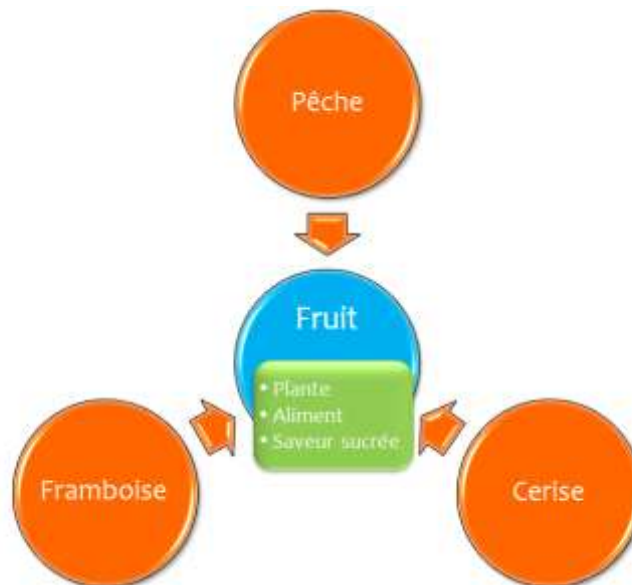


Fig.3 : Construction du concept de fruit

Pour cet enfant, une fleur n'est pas reconnue comme organe reproducteur et le concept de la formation du fruit n'est pas en accord avec le modèle scientifique⁸. Ainsi, pour lui, la tomate n'est pas un fruit.

Si de nombreux exemples ou contre-exemples sont travaillés à partir de situations construites avec l'enseignant, l'enfant peut identifier de nouveaux attributs. Ainsi, les situations construites avec le professeur peuvent conduire l'enfant à observer que la tomate contient des graines ("c'est comme" la framboise), que le fruit de la bourdaine est toxique ("ce n'est pas comme" la pêche), que la tomate est issue de la fleur de tomate ("ça ressemble" à la fleur de cerisier), etc.

C'est en faisant émerger les similarités et les différences que l'enfant peut structurer différemment le concept de fruit et le modifier :

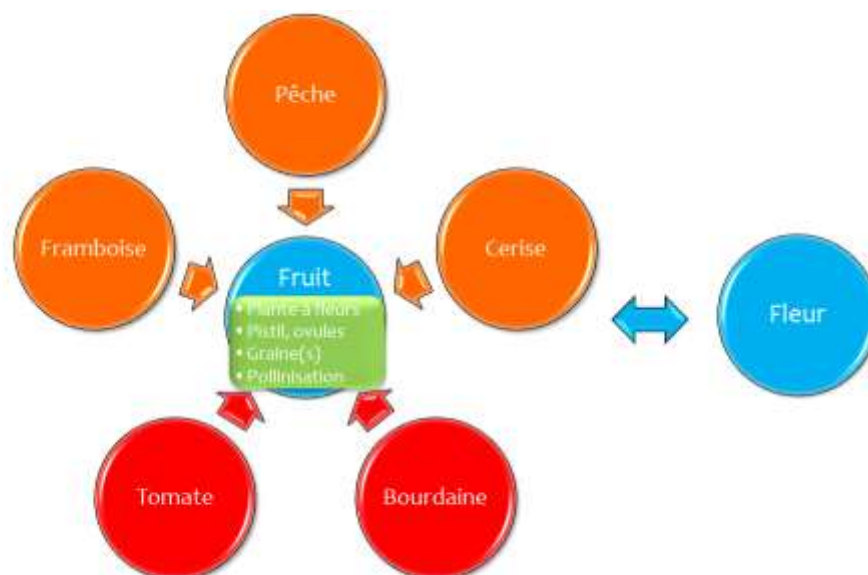


Fig.4 : La construction du concept de fruit se fait en interaction avec le concept de fleur

⁸ Les fruits et les graines qu'ils contiennent proviennent de la transformation du pistil de la fleur en fruit et des ovules qu'il renferme en graines. Cette transformation correspond à une phase de la reproduction sexuée des plantes à fleurs (spermaphytes) et résulte de la pollinisation c'est-à-dire du dépôt puis de la pénétration à l'intérieur du pistil d'un grain de pollen de la même espèce végétale.

En physique chimie, le concept de pile pourrait être construit à partir de plusieurs situations de référence. Des exemples comme la pile Daniell qui peut permettre de considérer les électrodes métalliques ou les solutions électrolytes comme premiers attributs d'une pile, mais aussi des contre-exemples comme la « pile à combustible » qui consomme uniquement des gaz et peut utiliser un électrolyte solide. L'étude de ces diverses situations de référence pouvant permettre à l'élève de mieux préciser, par exemple, les attributs relatifs à une pile.

I-2-4- Des concepts en interaction

L'exemple de la construction du concept de fruit met en avant le fait qu'un concept ne se construit pas seul mais en relation avec d'autres, comme nous l'avons vu avec le concept de fruit (en relation avec celui de fleur ; cette interaction étant symbolisée par la double-flèche bleue dans la fig.4 ci-dessus).

La théorie du champ conceptuel a été développée par Gérard Vergnault dans les années 1980 et met en lumière ces relations liant des concepts.

Un champ conceptuel est :

- l'ensemble des situations dont la compréhension appelle une variété de concepts,
- l'ensemble de concepts qui contribuent à la compréhension de ces situations.

Ainsi, la théorie du champ conceptuel postule que non seulement un même concept est en jeu dans des exemples différents mais aussi que, pour un exemple donné, plusieurs concepts s'entremêlent. L'étude d'un concept isolé, qui ne pourrait être identifié qu'à un exemple, apparaît impossible.

Ainsi, quand G. Vergnault écrit qu'il n'est pas raisonnable, en mathématiques, d'étudier séparément l'acquisition de la multiplication de celle de la division, il n'est pas possible non plus d'étudier le concept de fruit sans étudier celui de fleur. La compréhension d'un concept se construit grâce à de nouvelles interactions que l'élève relie peu à peu à un ensemble déjà constitué.

En transposant cela à notre discipline, il semble pertinent, par exemple, d'étudier simultanément les concepts de masse et de volume en physique chimie. L'utilisation d'un verre doseur⁹ en cuisine dans le but de mesurer 125 g de sucre peut permettre aux élèves de construire conjointement ces deux concepts.

II- Quelles sont les conséquences aux cycles 3 et 4 ?

II-1- Des exemples proches du quotidien des élèves

Le souci de Jean-Louis Martinand¹⁰, lorsqu'il introduit l'idée de pratique sociale de référence en 1981, est celui de l'authenticité des activités scolaires. L'approche "*consiste à examiner*

⁹ Ducourant, D. Chimie ou cuisine en cinquième : les graduations du verre doseur - p. 785-789, Le Bup n° 876, juillet-août-septembre 2005.

¹⁰ Martinand, J.-L. (1981) Pratiques sociales de référence et compétences techniques. À propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième, in A. Giordan (coord.). Diffusion et appropriation du savoir scientifique : enseignement et vulgarisation. Actes des Troisièmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique. (p. 149), Paris Université Paris 7. En ligne : <http://artheque.ens-cachan.fr/items/show/927> (consulté le 11 janvier 2017)

de quelle manière des activités de production, des activités d'ingénierie, voire des activités domestiques, etc., peuvent servir de référence à des activités scientifiques scolaires."¹¹

Ainsi, lors de la construction des concepts, les exemples choisis nous semblent également devoir entrer en résonance avec la vie de tous les jours. C'est pourquoi, il nous paraît fondamental de ne pas travailler avec des élèves à partir de situations reconstruites, scénarisées mais de s'attacher à construire, pour les raisons évoquées plus haut, des concepts en lien avec la pratique sociale de référence. En effet, faire s'interroger les élèves sur la pertinence de mélanger de la craie avec du vinaigre dans l'habitacle d'un sous-marin pour savoir s'il peut ou non remonter en surface ou faire réfléchir les élèves sur un éloignement possible de la station Mir après un détartrage¹², ne sont pas des situations suffisamment signifiantes et authentiques pour permettre aux élèves de construire efficacement les concepts relatifs à la transformation chimique ou à la masse. Ils ne font pas référence à une pratique sociale et n'entrent pas, selon nous, dans leur champ d'intérêt.

Le programme de cycle 4 propose aux élèves d'entrer *"dans une relation scientifique avec les phénomènes naturels, le monde vivant, et les techniques."*, de *"construire, à partir des faits, des idées sur le monde"*, *"d'appréhender la place des techniques et des sciences de l'ingénieur."*

Il nous semble donc essentiel de proposer aux élèves des situations en lien direct avec leur environnement, de s'éloigner de situations d'enseignement artificielles afin d'accroître leur intérêt et leur motivation pour les contenus enseignés et de faciliter ainsi les apprentissages.

Les situations de la vie courante nous paraissent particulièrement intéressantes pour la construction de concepts scientifiques. Par exemple, au cycle 3, dans la partie *"Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique"*, le programme invite l'élève à savoir que *"réaliser des mélanges peut provoquer des transformations de la matière (dissolution, réaction)"*. La colonne de droite, qui propose des exemples de situations, précise que *"les solutions aqueuses courante (eau minérale, eau du robinet, boissons, mélanges issus de la dissolution d'espèces solides ou gazeuses dans l'eau...) représentent un champ d'expérimentation très riche"*¹³.

Prenons l'exemple de deux situations rencontrées en cuisine : la préparation d'une eau salée de cuisson des pâtes et la préparation d'une eau gazeuse à partir d'une machine à soda¹⁴. Ces activités invitent les élèves à s'interroger sur la solubilité d'un solide puis d'un gaz dans l'eau à partir de questions qu'ils pourraient être amenés à se poser dans la vie quotidienne : « Comment peut-on obtenir une eau gazeuse ? » ou « Peut-on dissoudre n'importe quelle quantité de gaz dans un liquide ? ».

Elles permettent une construction par paliers, à partir d'exemples adossés à des situations d'enseignement *"alliant prise en compte du vécu des élèves et respect des objectifs qui s'imposent"*¹⁵. L'idée est de nourrir l'élève d'exemples ou de contre-exemples qui l'éclairent

¹¹ Jean-Pierre Astolfi, Éliane Darot, Yvette Ginsburger-Vogel, Jacques Toussaint, *Mots-clés de la didactique des sciences*, 2^e éd., Bruxelles, De Boeck Supérieur, « Pratiques pédagogiques », p.131

¹² Diaporama "La transformation chimique", académie de Nancy-Metz.

¹³ http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=94708, page 187 (consulté le 12 février 2017)

¹⁴ Manuel de cycle 3, Sciences et technologie, « Du sel dans l'eau des pâtes », page 33. Hachette Livre (2016).

Manuel de cycle 4, « Peut-on fabriquer une boisson aussi pétillante que l'on veut ? », page 36. Hachette Livre (2017).

Manuel de cycle 4, « Peut-on dissoudre un gaz dans l'eau ? », page 60, Nathan (2017).

¹⁵ <http://eduscol.education.fr/cid46581/la-mise-en-oeuvre-pedagogique.html> (consulté le 18 janvier 2017)

de façon différente : une nouvelle situation de référence vient “requestionner” la liste des invariants par un processus en “aller/retour” de vérification et de validation. Ainsi, le dioxyde de carbone se dissout dans l’eau *comme* le sel et n’a pas disparu, il existe une limite à la dissolution du dioxyde de carbone dans l’eau *comme* pour le sel.

L’acquisition d’un concept nécessite des degrés différents de maturation et impose d’y revenir à plusieurs reprises d’où **l’importance d’une approche spiralaire dans un programme curriculaire.**

II-2- Les situations de référence

I-2-1- Richesse et diversité

L’étude de situations de la vie quotidienne peut, selon nous, faciliter l’acquisition des concepts en ce sens :

- qu’une même situation peut faire appel à plusieurs concepts en interaction,
- que des situations différentes peuvent faire appel aux mêmes concepts,
- que la multiplicité des situations peut permettre d’enrichir les invariants d’un même concept.

Prenons ainsi l’exemple du concept de masse. Ce concept peut être impliqué dans le traitement de situations très différentes comme la préparation d’un bâtonnet glacé¹⁶ ou la fabrication d’un sirop à partir d’une masse donnée de sucre et en utilisant un verre doseur¹⁷. Dans chacune de ces situations, le concept de masse se retrouve mobilisé au sein d’environnements conceptuels différents. Ces situations permettent aussi d’enrichir la connaissance d’autres concepts (volume par exemple) ou d’autres « notions »¹⁸ (mélange, changement d’état, etc.).

L’ordre des exemples et des contre-exemples est essentiel.

La consommation de sucre pétillant¹⁹ ou la préparation d’une boisson effervescente citronnée à partir de granulés²⁰ constituent des situations de référence particulièrement riches. Elles peuvent être étudiées après avoir vu les situations évoquées au paragraphe précédent (la préparation d’une eau salée de cuisson des pâtes et/ou de la confection d’une eau gazeuse à partir d’une machine à soda).

Ces situations mettent en jeu plusieurs concepts ou « notions » abordés avec des niveaux de complexité différents : mélange, état de la matière, réaction chimique, acido-basicité, etc. Par exemple, alors que le dioxyde de carbone du sucre pétillant n’a pas disparu *comme* le

¹⁶ « Progression spiralaire : réflexions et exemple autour d’un concept en Sciences Physiques et Chimiques », https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2016-09/ressource_exemple_de_progression_spiralaire_2016-09-21_22-11-50_834.pdf (consulté le 17 septembre 2018).

¹⁷ Ducourant, D. Pratiquer la démarche d’investigation au collège, conférence 15 mai 2010 ; diaporama téléchargeable en ligne à l’adresse suivante : https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiS7ej8wsLdAhWDxIUkHf92AFYQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.dominique.ducourant.fr%2Fpresentation%2FConference-Ducourant-Casablanca-15-mai-2010-s&usq=AOvVaw0s0nrOWM8_XHaEolptqRZq (consulté le 17 septembre 2018).

¹⁸ Nous utilisons volontairement le terme flou de « notion » que l’on trouve dans les programmes des cycles 3 et 4 et qui nous permet d’élargir notre étude des concepts à d’autres attendus du programme tels que les changements d’état par exemple, en nous écartant quelque peu de la définition rigoureuse d’un concept.

¹⁹ Composition : Sucre, sirop de glucose, beurre de cacao, lactose, dioxyde de carbone E290.

²⁰ Composition : Sucre, bicarbonate de sodium E500, acide malique E296, sirop de glucose, jus de citron déshydraté 0.1%, arôme au citron 0.14%, colorant E132

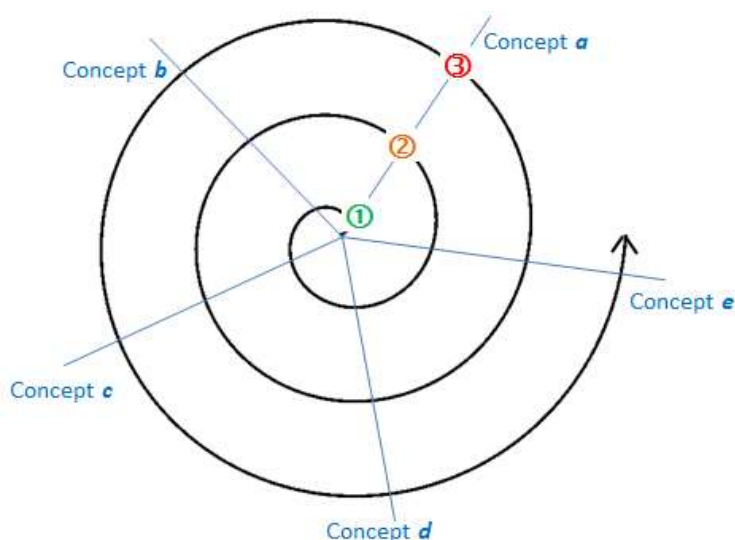
sel, le phénomène qui conduit au pétilllement lorsqu'on prépare une boisson effervescente n'est *pas comme* celui observé avec le sucre pétillant.

Cette succession d'exemples fait écho aux idées de progression et de spiralisation mis en avant dans le programme de science et technologie du cycle 3 et dans celui de physique chimie du cycle 4 : *“La logique de cycle permet une plus grande progressivité des apprentissages en laissant à l'élève l'opportunité d'avancer à son rythme et de revenir sur certaines notions clés. La démarche spiralaire, quant à elle, implique que le parcours d'apprentissage prévoit qu'une même notion sera étudiée à divers moments, dans plusieurs contextes et avec des niveaux de difficulté différents. L'enseignant doit ainsi pouvoir identifier ce que les élèves, dans leur diversité, peuvent réussir à faire, tout en accompagnant des niveaux d'abstraction de plus en plus élevés et de complexité de plus en plus grande”*²¹.

L'enseignant disposant de plusieurs situations doit les organiser : *“une simple répartition des items des programmes entre les 3 niveaux du cycle ne saurait donc suffire, et c'est bien toute la réflexion pédagogique qui est ici engagée.”*²²

La question est de savoir dans quelle mesure l'élève reconnaît et enrichit les concepts ou les « notions » présentés.

Dans une publication²³, Edmond et Janou Lémery présentent *“une approche conceptuelle spiralaire d'inspiration piagétienne”*. La spirale conceptuelle proposée permet de mettre en avant le cheminement d'un élève dans l'acquisition d'un concept ; ce cheminement se faisant au sein d'un réseau conceptuel :



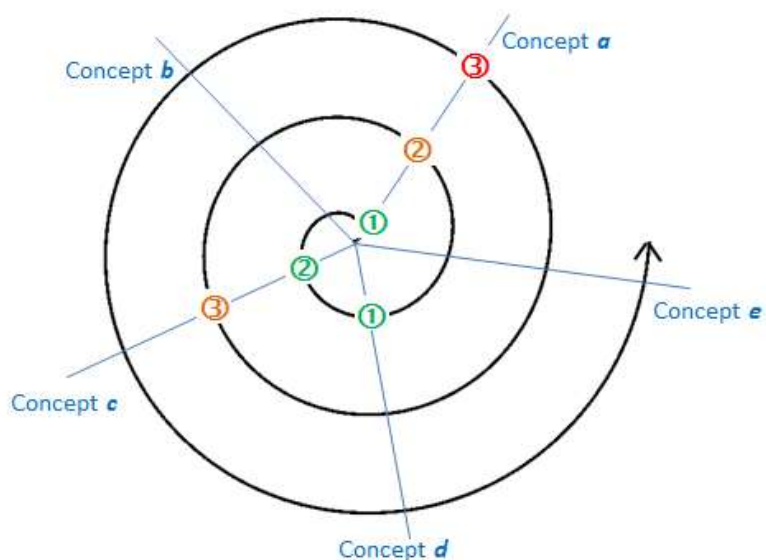
L'enchaînement des activités (1, 2, 3) illustre le fait que plusieurs passages se font dans le champ d'un même concept et qu'à chaque passage, le niveau de formalisation et d'abstraction du concept s'élève.

²¹ Eduscol : Aide à la construction d'une progression en physique - chimie au cycle 4 (consulté le 12 février 2017)
http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique_Chimie/86/0/RA16_C4_PHCH_aide_construction_progression_594860.pdf

²² Eduscol : Inscrire son enseignement dans une logique de cycle (consulté le 12 février 2017)
<http://eduscol.education.fr/cid99798/inscrire-son-enseignement-dans-une-logique-cycle.html>

²³ Le nouvel éducateur n°235, supplément au n°38 d'avril 92 : l'acte d'apprendre

Cette spirale met également en avant le réseau conceptuel dont il a été question plus haut :



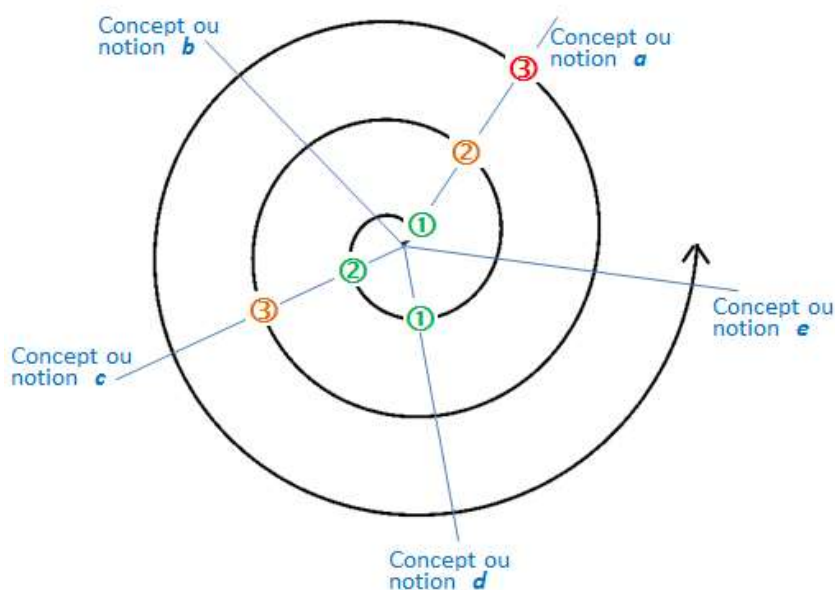
Dans ce schéma, la situation 1 permet de construire à la fois les concepts **a** et **d** à un **premier niveau de complexité**.

La situation 2 construit le concept **c** à un **premier niveau de complexité** et aborde à nouveau le concept **a** à un **deuxième niveau de complexité**.

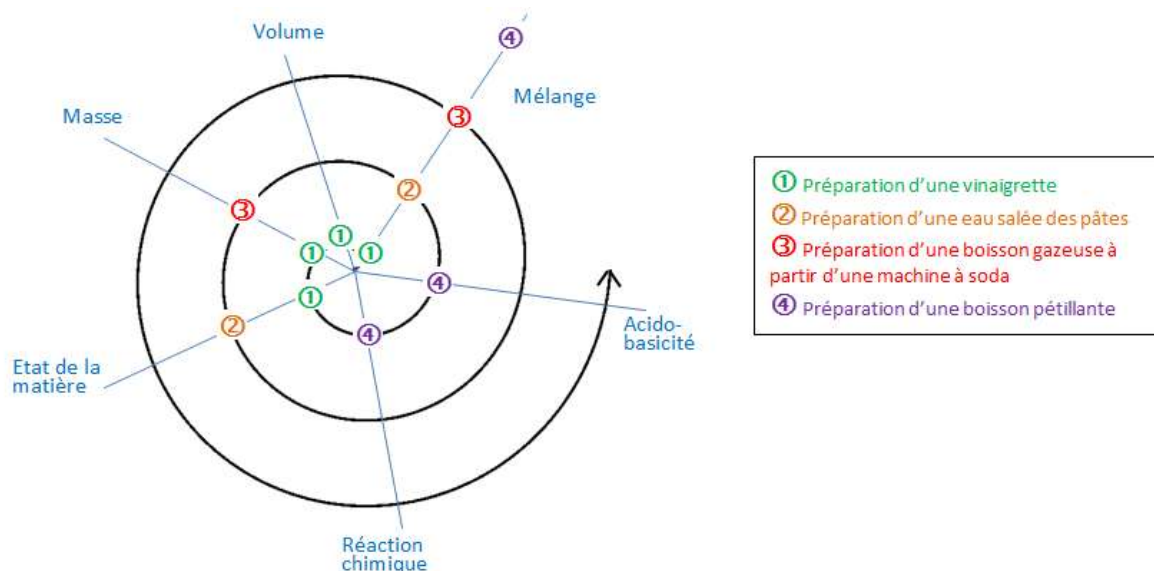
La situation 3 développe le concept **c** à **deuxième niveau de complexité** et enrichit le concept **a** d'un **troisième niveau de complexité**.

Dans cette construction de E. et J. Lémery, à chaque passage, le niveau de complexité s'élève pour un concept, et différents concepts viennent interagir les uns avec les autres.

Nous avons imaginé étendre cette construction à celle de l'apprentissage de « notions » :



Nous pouvons illustrer cette construction à partir des exemples proposés ci-dessus à propos du concept de mélange et des autres concepts ou « notions » en interaction. Il est bien entendu que la complexité de ces exemples et contre-exemples dépend de la manière avec laquelle l'enseignant s'empare de ces situations. Sa liberté est grande quant à l'élévation ou non du niveau de complexité.



Le nombre de situations peut paraître important et l'on pourrait nous opposer que le temps peut manquer pour mener à bien toutes ces situations mais en fait :

- elles peuvent être abordées à n'importe quel moment de la progression²⁴ et pas forcément les unes à la suite des autres ; c'est l'objectif de la réforme qui propose des attendus de fin de cycle et non des attendus de fin de niveaux ;
- leur richesse conceptuelle, qui contribue à construire progressivement plusieurs concepts ou « notions », permet un gain de temps ; elle facilite en effet leur mobilisation ultérieure car ces concepts ou « notions » sont travaillés fréquemment et actualisés régulièrement.

Pour faciliter le processus d'acquisition d'un concept ou d'une « notion », il est important de commencer par des situations dans lesquelles la variété des concepts ou des « notions » abordés est limitée mais il est très vite intéressant de les complexifier.

Remarquons aussi que des concepts ne sont pas traités uniquement en physique-chimie.

Les enseignements pratiques interdisciplinaires contribuent à une co-construction des concepts : *“Les EPI s'adressent à tous les élèves du cycle 4. Mobilisant au moins deux disciplines, ils permettent de construire et d'approfondir des connaissances et des compétences inscrites dans les différents programmes d'enseignement.”*²⁵

Ainsi, en poursuivant notre étude rapide des concepts de fruit et de fleur, il apparaît que les enseignants de SVT permettent aux élèves de se rendre compte que certains végétaux, comme les fougères, les mousses, les algues... n'ont pas de fleurs, donc n'ont pas de fruits

²⁴ Si l'enseignant souhaite aborder ces activités les unes à la suite des autres, nous avons choisi volontairement une thématique commune (la chimie dans la cuisine) pour illustrer ce qu'il est possible de faire dans l'esprit des programmes.

²⁵ <http://eduscol.education.fr/pid34197/enseignements-pratiques-interdisciplinaires.html> (consulté le 01 février 2017)

ni de graines pour se reproduire et colonisent leur habitat par la dissémination de leurs spores. La masse des spores est donc un critère déterminant dans cette dissémination. La mesure de la masse d'une spore n'est pas possible directement. Elle se fait après mesure de la masse d'une fronde de fougère avec l'ensemble des sores²⁶ puis sans les sores. Après dénombrement du nombre de sores puis de sporanges composant chaque sore et enfin du nombre de spores par sporange, l'élève peut apprécier la masse d'une spore et l'exprimer dans une unité pertinente.

Les élèves sont donc placés dans une situation au contexte différent de celles de physique mais traitant d'un concept commun : celui de la masse. C'est par une approche interdisciplinaire que les attributs du concept de masse se densifient : le nombre de spores permettant d'accéder à la masse d'une spore permet aux élèves d'asseoir le lien qui existe entre la masse et la "quantité" de matière.

I-2-2- Le transfert des apprentissages

Cette idée de "nouvelle situation" est à regarder de près. En effet, les professeurs œuvrent, année après année, afin que les élèves soient capables de réinvestir leurs connaissances antérieures et leurs compétences en vue de construire de nouveaux apprentissages.

Les nouveaux programmes des cycles 3 et 4 ont été conçus afin qu'une même « notion » soit "étudiée à divers moments" et "dans plusieurs contextes". Cette orientation nous semble mettre en lumière la problématique du transfert. La problématique du transfert des acquis vers des situations nouvelles, inédites, complexes, imprévisibles, hors du cadre scolaire est ancienne.

De nombreux auteurs ont travaillé sur la notion de transfert des apprentissages. Annie Presseau²⁷ en donne une définition éclairante : le transfert est le "*processus par lequel des connaissances construites dans un contexte particulier sont reprises dans un nouveau contexte, que ce soit pour construire de nouvelles connaissances, pour développer de nouvelles compétences ou pour accomplir de nouvelles tâches*". Lorsqu'il est question du transfert des acquis par les élèves, il est nécessaire de "*penser à la fois les différences et les similitudes entre situations*."²⁸ L'état des lieux que nous avons essayé de dresser de la construction des concepts à partir d'une variété de situations nous paraît aller dans ce sens.

Utiliser des situations contextualisées afin de permettre aux élèves de travailler les concepts ou les « notions » développés dans les programmes pose la difficulté de l'articulation entre le travail sur des situations en contexte et la formalisation des concepts et des « notions », hors du contexte. Cette difficulté est d'autant plus saillante qu'elle peut être un obstacle au transfert des "connaissances". Il est difficile pour les élèves de transférer les connaissances d'une situation en contexte à une situation dans un autre contexte car ils associent les concepts (ou les « notions ») construits à la situation d'apprentissage ; celle-ci vient alors interférer et peut les empêcher de reconnaître ces concepts dans une situation nouvelle.

²⁶ Structures végétales : chaque sore est un amas de sporanges et chaque sporange contient des spores.

²⁷ Annie Presseau, Mariane Frenay, *Le transfert des apprentissages: comprendre pour mieux intervenir*, Les Presses de l'Université de Laval (2004), p.134

²⁸ Philippe Perrenoud, *Vers des pratiques pédagogiques favorisant le transfert des acquis scolaires hors de l'école*, Université de Genève (1997) http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1997/1997_04.html (consulté le 14 février 2017)

Par exemple, il est compliqué pour un élève de se construire une représentation correcte d'un problème tel que celui sur la flottaison de canettes de soda²⁹ après avoir étudié, dans d'autres contextes, la dissolution, la masse, le volume... :



Il est donc nécessaire d'isoler les concepts des situations dans lesquelles ils ont été construits au cours d'une phase de décontextualisation. Ce "processus de contextualisation – décontextualisation – recontextualisation (...) préside à tout transfert de savoirs et mobilisation de ressources dans de nouvelles situations"³⁰ :

- contextualisation d'une situation d'apprentissage,
- décontextualisation des concepts en construction,
- recontextualisation dans une situation nouvelle.

La trace écrite joue un rôle primordial dans cette décontextualisation³¹. S'il est admis aujourd'hui qu'elle doit être construite par les élèves, la question qui se pose néanmoins est de l'organiser. Cette difficulté d'organisation est d'autant plus saillante que :

- les situations d'apprentissage peuvent mettre en jeu plusieurs concepts ou « notions » très différents ;
- l'élève peut ne pas appréhender que, de situations en situations, un même concept, une même « notion » est travaillé et le risque de parcellisation des apprentissages est élevé si le professeur ne l'aide pas à se situer dans son apprentissage (par exemple, lorsque l'élève travaille en 6^{ème} ou en 5^{ème} sur la masse et le volume et qu'en 4^{ème} ou en 3^{ème} il en vient à travailler sur la masse volumique, comment lui faire établir des liens ?
- les concepts, les « notions », ne sont pas traités intégralement en une fois puisqu'à de multiples reprises, l'élève vient enrichir la compréhension qu'il en a.

Lorsqu'il est question d'enseignement spiralaire :

- le principe de micro-chapitres vient se substituer à la répartition en chapitre communément utilisée par les enseignants ;
- l'idée de répertoire devient une modalité possible de l'organisation vers laquelle le professeur peut aller.

Sans vouloir figer une modalité de fonctionnement, cette idée de répertoire peut être une réponse à l'enrichissement progressif des concepts au cours du cycle d'apprentissage de

²⁹ <http://phymain.unisciel.fr/boissons-light/> (consulté le 12 février 2017)

³⁰ Les livrets de compétences : nouveaux outils pour l'évaluation des acquis, Inspection générale de l'éducation nationale. Rapport - n° 2007- 048, juin 2007, p.11

³¹ http://www.ac-grenoble.fr/ien.pontdecheruy/IMG/pdf_La_trace_ecrite_doc_de_synthese.pdf (consulté le 21 février 2017)

l'élève. Ce répertoire peut s'envisager au sens large. Nous pouvons en donner deux exemples qui ne se veulent pas des modèles de fonctionnement mais qui peuvent aider les enseignants à envisager une autre manière de faire "mettre en mots" les apprentissages de leurs élèves :

- un répertoire de concepts ou de « notions » à la fois alphabétique et chronologique au sein duquel l'élève pourrait regrouper en un même lieu les invariants pour un concept donné qu'il enrichirait au fur et à mesure,
- un répertoire des thèmes du programme (Organisation et transformations de la matière, Mouvements et interactions, L'énergie et ses conversions, Des signaux pour observer et communiquer) dont le contenu serait construit par enrichissements successifs, au fur et à mesure de la succession des situations.

Une autre modalité de fonctionnement pourrait être une prise de notes sur le modèle d'une carte mentale qui s'enrichirait au fur et à mesure et, pourquoi pas, collectivement. L'outil numérique (tablettes par exemple), pourrait constituer un moyen de fonctionnement adéquat qui permettrait l'enrichissement évoqué.

Ces trois modalités nous paraissent ainsi répondre à la nécessité de :

- planifier et d'organiser l'activité de l'élève,
- préparer la suite,
- faire passer l'élève de ce qu'il a découvert à ce qu'il en a retenu,
- le rendre conscient de ses apprentissages,
- lui faire établir des liens nécessaires entre concepts (ou « notions »),
- lui permettre de s'y référer, de les retrouver quand il a en besoin.

Conclusion

L'opportunité qui nous est proposée dans ces nouveaux programmes pour croiser des concepts est à saisir. Les quatre thèmes des programmes du cycle 3 et ceux du cycle 4 permettent à l'enseignant d'explorer ces croisements, de les modifier d'années en années, de fractionner les attendus de fin de cycle en micro-chapitres et de les regrouper différemment en fonction des thématiques choisies, d'enrichir et de varier ses activités, de stimuler sa créativité, etc. Elle nécessite une très bonne organisation et une cohérence de l'équipe pédagogique

Pour l'élève, c'est du côté du développement de ses compétences et de la promotion du socle commun de connaissances, de compétences et de culture, qu'il faut regarder. L'enseignement spiralaire lui laisse le temps d'assimiler les concepts, l'aide à comprendre les objectifs de ce qui lui est enseigné, de croiser le regard de plusieurs concepts issus de différentes disciplines scolaires, de développer ses compétences, de se situer dans ses apprentissages, etc. Son rapport à la difficulté, à l'erreur est modifié car il sait qu'il pourra revenir sur les points d'achoppement. L'idée de paliers de maîtrise, que nous n'avons pas développée ici, prend toute son importance dans l'enseignement spiralaire³². Plus les activités seront riches, plus le professeur parviendra à mettre de la cohérence dans son enseignement et plus l'élève trouvera du sens dans ses apprentissages et progressera.

³² <http://eduscol.education.fr/cid103803/evaluer-la-maitrise-du-socle-commun-du-cycle-2-au-cycle-4.html> (consulté le 18 février 2017)

L'enseignement spiralaire est un défi pour l'enseignant. Il a pour objectif de s'adapter au plus grand nombre d'élèves, de répondre à la variété du fonctionnement de chacun d'eux, de mettre en valeur leurs compétences... La différenciation et l'étayage des élèves sont au cœur de cette réforme. La construction de concepts est difficile, progressive : c'est en prenant justement en compte cette complexité que le professeur pourra y engager ses élèves.

Remerciements

Outre Jean-Marc Martin que j'ai déjà évoqué dans l'introduction et qui a aussi relu cette synthèse, je tiens à remercier également Isabelle Tarride, IA-IPR de physique-chimie de l'académie d'Aix-Marseille pour ses relectures et ses nombreux conseils ainsi qu'Alain Faralli, IA-IPR de sciences de la vie et de la Terre de l'académie d'Aix-Marseille (aujourd'hui retraité) pour les échanges que nous avons eus à propos du concept de fruit et qui a pris le temps de relire le paragraphe associé à ce concept.