

Méta-Educ

Atelier d'histoire et de projet pour l'éducation

Quelles sciences dans l'enseignement obligatoire ?

Barbara Dufour

- Des constats peu encourageants 2
- Des programmes trop chargés et trop complexes 3
- Des incohérences dans les prescrits 6
- L'omniprésence de la démarche expérimentale
- Les incohérences par rapport à la construction des savoirs scientifiques 7
- La promotion des sciences 10
- Élargir la réflexion sur les cours de sciences 11
- Conclusion 12

Qui ne se souvient de son cours de sciences... Était-ce passionnant ? Était-ce rébarbatif ? Était-ce l'horreur absolue et l'échec assuré ? Votre professeur ressemblait-il au professeur Tournesol ou à une mégère sortie du siècle passé ? Eh bien oui, le plus souvent, les cours de sciences ont mauvaise presse. Trop théoriques, trop abstraits... et, ce qui n'arrange rien, les études scientifiques sont boudées par nos jeunes. Le Conseil wallon de la Politique scientifique, dans son rapport de décembre 2013¹, fait des recommandations mais leur mise en œuvre semble parfois difficile. Tentative de compréhension de la problématique et propositions pour élargir la réflexion sur l'enseignement des sciences dans l'enseignement obligatoire.

Des constats peu encourageants

1. Les enquêtes PISA 2012 nous informent que nos jeunes francophones sont assez (sinon très) faibles en culture scientifique. Jugez-en par vous-mêmes. Les élèves de la Fédération Wallonie-Bruxelles obtiennent une moyenne de 487 points alors que la moyenne européenne est de 499 points et celle de la Communauté flamande flirte avec les 519 points.² Le tableau suivant reprend quelques résultats.

Culture scientifique	
Communauté flamande	519
Communauté germanophone	509
Moyenne des pays de l'OCDE	501
Moyenne des pays de l'Union européenne	499
Fédération Wallonie-Bruxelles	487

Performances moyennes des communautés belges, de l'OCDE et de l'Union européenne en lecture et en culture scientifique (PISA 2012)

2. Dans son rapport final sur l'attractivité des études et métiers scientifiques et techniques (S&T)³, le Conseil wallon de la Politique scientifique dresse quelques grands constats : « *En 2009-2010, 19% des étudiants francophones suivent une formation dans un domaine scientifique et technique dans l'enseignement supérieur. Pourtant dans l'enseignement secondaire général, ce sont près de 45% des élèves du deuxième degré et un tiers de ceux du troisième degré qui sont en option scientifique. Dans l'enseignement secondaire technique de transition, 30% des*

élèves du troisième degré sont en filière « sciences appliquées ». Il semble donc erroné de parler de désaffection des sciences chez les jeunes de moins de 18 ans. » Il pose ensuite la question : « **Pourquoi ces jeunes prédisposés à poursuivre des études S&T dans le supérieur ne le font-ils pas davantage ?** » Par ailleurs, ce même rapport précise que le taux de réussite en 1ère année du supérieur pour les étudiants de 1ère génération fluctue autour des 33% en sciences, la moyenne, toutes facultés confondues, avoisinant les 38 %.⁴

Sans entrer dans les détails, notons que plusieurs éléments sont abordés dans le rapport pour expliquer ces constats et que l'école secondaire est bien souvent mise en cause, même si elle n'est pas la seule. Le rapport insiste alors sur « **la nécessité d'une stratégie intégrée regroupant l'ensemble des acteurs** » concernés et développant quatre axes.

- a) Une réforme de l'enseignement des sciences qui insiste sur la démarche d'investigation et le lien avec la technologie, accompagnée d'une nécessaire réforme des formations initiale et continuée des enseignants.
- b) Une approche spécifique aux filles.
- c) Une meilleure connaissance, de la part des jeunes, des métiers scientifiques et techniques.
- d) Une meilleure articulation entre l'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur.

En tout état de cause, la stratégie recommandée est claire. Néanmoins, les conditions d'enseignement et les prescrits provenant des autorités éducatives de la Fédération Wallonie-Bruxelles depuis plusieurs années, ne vont pas nécessairement dans la même direction.

En tant que professeur de sciences dans le secondaire supérieur, je voudrais **dénoncer les conditions** dans lesquelles nous sommes amenés à donner nos cours et **faire état d'incohérences** flagrantes dans les prescrits. Il ne s'agit pas ici de

rejeter la responsabilité sur d'autres que les enseignants. Il s'agit au contraire de mener une réflexion plus large sur un projet d'enseignement des sciences et de donner, sur le sujet, le point de vue d'une praticienne..

Des programmes trop chargés et trop complexes

Le rapport précité insiste sur la démarche d'investigation. Pourtant, que ce soit dans le primaire ou le secondaire, les programmes de sciences sont souvent trop chargés et trop complexes pour disposer du temps nécessaire à ce type de démarche. Sans faire une étude complète, voici quelques éléments d'analyse inspirés par les référentiels de compétences.

Dans l'école du fondement (primaire et 1er degré du secondaire)

Dans l'introduction, le document « Socles de compétences » en éveil scientifique nous apprend que « *L'apprentissage des sciences vise tant le développement de compétences spécifiques et transversales que l'acquisition de connaissances et propose les méthodologies les plus adéquates pour amener les jeunes à se les approprier de manière durable. La construction progressive des savoirs et savoir-faire constitue l'élément fondateur (paradigme) de toute démarche scientifique. Celle-ci, en effet, permet aux élèves, quels que soient leur âge et leur niveau d'étude, d'être les premiers acteurs de leurs apprentissages en partant de situations qui les incitent à s'impliquer dans la recherche.* »⁵

Outre la formulation qui semble légèrement confuse, entre autres concernant la notion de paradigme⁶, posons-nous simplement la question de **la place de la démarche scientifique**, telle qu'elle est présentée ici. Elle est en effet proposée comme une - voire la seule - manière de permettre aux élèves d'être acteurs de leurs apprentissages, c'est-à-dire comme une méthode d'enseignement active. Or, l'enseignante en sciences que je suis a, depuis, longtemps, intégré que la démarche scientifique est au cœur même de l'enseignement des sciences (mon paradigme de scientifique) et en constitue un objectif essentiel. Dès lors, n'y-a-t-il pas confusion entre objectif et méthode d'enseignement ? En plus, le référentiel ne précise aucunement en quoi consiste la démarche scientifique !

Dans la suite du document, le référentiel décrit

- trois savoir-faire, eux-mêmes subdivisés en sous-savoir-faire,
- six savoirs comme support des savoir-faire, eux aussi subdivisés en différentes catégories
- dix-sept compétences présentées comme étant à l'intersection entre les savoir-faire et les savoirs...

Trop chargé, vous avez dit trop chargé ? ...

En termes de complexité, pour vous donner une idée de la formulation du référentiel, voici le premier savoir-faire.

Savoir-faire 1 : Rencontrer et appréhender une réalité complexe	
	Faire émerger une énigme à résoudre (Sous-savoir-faire 1)
	Faire preuve de curiosité pour observer de manière divergente en utilisant tous les sens (Sous-savoir-faire 1)
	Compétence 1 Formuler des questions à partir de l'observation d'un phénomène, d'une information médiatisée, d'un évènement fortuit... pour préciser une énigme à résoudre.
	Identifier des indices et dégager des pistes de recherche propres à la situation (Sous-savoir-faire 2)
	Compétences 2 et 3 , elles-mêmes déclinées en deux énoncés chacune
	Confronter les pistes perçues, préciser des critères de sélection des pistes et sélectionner selon ces critères (Sous-savoir-faire 3)
	Compétence 4 déclinée en 4 énoncés

Vous vous y retrouvez ? Moi non...

Quant aux savoirs, ils ne sont guère plus simples puisque les élèves abordent par exemple le « *principe d'action-réaction* »⁷ ou « *distinguent des phénomènes réversibles et irréversibles.* » **Quels outils mentaux** ont-ils pour aborder des notions parfois bien complexes ou abstraites, et **quel en est l'intérêt** ? Veut-on en faire des petits génies déconnectés de la réalité quotidienne... avec quelles conséquences pour la suite ? N'est-il pas plus important de leur laisser le temps de découvrir et de chercher à comprendre des phénomènes scientifiques de la vie quotidienne, sans

contraintes inutiles, et de se familiariser avec les cycles naturels ?

De plus, **quelle formation l'instituteur(trice)** a-t-il(elle) pour parler, par exemple, du principe d'action-réaction ? N'est-il pas plus raisonnable de le laisser développer lui-même (elle-même) une approche scientifique que son contexte scolaire lui permet (ainsi, une école en ville n'est pas une école à la campagne), selon les opportunités qui se présentent (actualité scientifique, visite d'une exposition, intervention d'un parent, etc.), ou tout simplement selon la motivation de ses élèves ?

La scientifique que je suis s'interroge aussi sur le **bien-fondé pédagogique** d'aborder des concepts, parfois abstraits, comme l'approche de la relation masse-poids, l'existence de bons ou mauvais conducteurs d'électricité, le principe d'action-réaction, la distinction entre phénomènes réversibles et irréversibles, etc., et qui seront de toute façon développés dans la suite du parcours scolaire. C'est la notion d'apprentissage spiralaire qui est appliquée ainsi, forme d'apprentissage où les jeunes sont confrontés à des mêmes savoirs et savoir-faire, abordés parfois de manière de plus en plus complexe, plusieurs fois dans leur cursus scolaire de telle sorte que ces concepts soient régulièrement activés et de mieux en mieux maîtrisés. Ce processus fonctionne sur papier et semble même très séduisant. Dans la pratique, le risque n'est pas négligeable que les jeunes se construisent des représentations simplistes, voire erronées, qui sont parfois difficiles à modifier par la suite.

Clin d'œil

En 5e secondaire, il n'est pas rare d'entendre des élèves parler de pôles + et - dans des phénomènes magnétiques alors qu'il s'agit de pôle nord et pôle sud, en référence au magnétisme terrestre et non en rapport avec les bornes + et - d'une pile par exemple. La confusion entraîne parfois une grande difficulté, chez les élèves, à comprendre la distinction et le lien entre électricité et magnétisme.

De plus, ils peuvent avoir l'impression de tout connaître alors qu'ils n'ont qu'une approche très superficielle des différentes notions et la motivation à les approfondir par la suite diminue.

Ces développements scientifiques viennent d'ailleurs en concurrence avec d'autres apprentissages de base indispensables à la poursuite du cursus scolaire comme les bases du français ou du calcul.

Terminons par mentionner le fait que, si le moment où l'évaluation des différentes compétences est précisé dans le référentiel, rien n'est dit sur le niveau de complexité attendu ou sur le type de question à poser pour la certification des compétences. Alors que l'éveil scientifique fait l'objet d'une évaluation externe en fin de primaire...

Je repose donc la question de l'intérêt de développer ce type d'apprentissage. Et si l'enjeu d'un cours de sciences en primaire n'était pas plutôt de donner le goût de l'interrogation et de la réflexion scientifique et de découvrir progressivement le mode de pensée et le type de démarche qu'elle propose ? Dans ce cas, il serait intéressant que le référentiel précise, non pas les savoirs et savoir-faire, mais en quoi consiste une approche scientifique tout en laissant l'instituteur(trice) décider, avec ses élèves, du contexte d'apprentissage qui leur permettra de construire cette approche.

Dans le secondaire

Le nouveau référentiel de compétences terminales et savoirs requis, que ce soit en sciences de base ou en sciences générales⁸ n'est guère plus simple à décoder. Attardons-nous par exemple sur les sciences générales. L'introduction propose quatre sections.

- Des **objectifs**, qualifiés de clairs⁹, constituent la première section. Il s'agit de soutenir l'intérêt du jeune et de faire comprendre neuf « objectifs » aussi peu précis et mesurables les uns que les autres, comme par exemple « *faire comprendre que la biologie, la chimie et la physique sont des sciences qui, grâce à une meilleure compréhension du monde, éclairent les personnes sur les questions qu'elles se posent concernant leur bien-être, leur sécurité et leur environnement.* » Il est alors précisé que ces objectifs sont sous-tendus par des **attitudes**, comme « l'honnêteté intellectuelle » ou « la curiosité », et onze **capacités** comme par exemple « *s'approprier des*

concepts fondamentaux, des modèles, des principes. »

- Une deuxième section est destinée à préciser le rôle de l'enseignant.
- Une troisième section explique la présentation du référentiel.
- Une dernière section est réservée à la **démarche scientifique** qui est alors explicitée et présentée comme une manière de mettre les élèves en investigation tout en pratiquant en même temps une démarche scientifique.

Plusieurs remarques. Tout d'abord, la première section fait la confusion entre des buts pédagogiques qui correspondent à des intentions plus ou moins générales et des objectifs qui sont, en principe, opérationnels et mesurables. Les propositions qui sont présentées comme des objectifs clairs sont en fait des buts et non des objectifs. Ensuite, quel est le statut des attitudes attendues d'un scientifique ? En principe, une attitude est un savoir-être à intégrer, avec des savoirs et des savoir-faire, dans l'exercice d'une compétence. Dans ce cas, où (est) sont la(les) compétence(s) visée(s) ? Les objectifs présentés au début ne peuvent en aucun cas, ne fut-ce que par leur formulation, être considérés comme des compétences. Donc, que fait-on de ces attitudes ? Peuvent-elles être évaluées ? Mais comment évaluer des attitudes comme la « curiosité »... et cela ne pose-t-il pas un problème déontologique puisqu'on évalue quasi un trait de personnalité du jeune... La question se repose pour les capacités. Pourquoi le terme « capacité » ? Y-a-t-il une différence avec une compétence ? Si oui, laquelle et, dans ce cas, que faut-il faire de ces capacités ? Si non, faut-il les traiter comme des compétences à atteindre ? En tout état de cause, elles ne sont pas présentées comme constituant les objectifs en tant que tel. Vient enfin la démarche scientifique présentée comme une méthode et non comme un objectif. Une chatte n'y retrouverait pas ses jeunes...

L'enseignant pragmatique va bien évidemment se tourner rapidement vers le listage des matières à enseigner en se disant qu'il y verra plus clair. Mais les difficultés de compréhension continuent...

Chaque section commence systématiquement par des **compétences** à développer... Ah, bon, donc, finalement, ce sont ces compétences-là qu'il faut

viser ? En sus, trois **processus**, dont on ne sait trop s'ils sont en jeu dans l'acte d'enseigner ou dans l'acte d'apprendre ou dans les deux¹⁰, sont identifiés sans qu'il y ait de priorité de l'un sur l'autre : appliquer, transférer, connaître. Donc, on peut transférer avant de connaître ? Curieux... Dans le sens connaître → appliquer → transférer, on se croirait même revenir vingt ans en arrière... Pour terminer, les matières à enseigner sont réparties dans des Unités d'Acquis d'Apprentissage (UAA) qui ne sont rien d'autres que des têtes de chapitre. Or, tout l'intérêt d'une UAA est d'être capitalisable et de donner accès à l'unité suivante. Mais ce concept n'est pas opérationnel dans notre enseignement cloisonné et saucissonné en heures de 50 minutes et en années scolaires rigides où il n'est évidemment pas possible d'engranger des acquis une fois pour toutes. On a donc rebaptisé pompeusement un chapitre une Unité d'Acquis d'Apprentissage...

Décidément, j'ai du mal de m'y retrouver... Et il y a gros à parier que, face à la **complexité** du référentiel, d'autres enseignants s'en tiennent à la liste des matières à enseigner. Et on sera à nouveau passé à côté de l'essentiel...

Quant à la **quantité** de matière à voir, elle n'a absolument pas été réduite, puisque ce sont grosso modo les mêmes chapitres qu'auparavant¹¹. Au contraire, en voulant rendre le référentiel plus précis, surtout pour pouvoir établir des évaluations externes, nos responsables ont cadencé davantage encore le peu d'autonomie qui restait aux enseignants.

En tout cas, on peut se demander en quoi le nouveau référentiel de compétences répond spécifiquement aux recommandations du Conseil wallon de la Politique scientifique¹². Si la démarche scientifique¹³ est effectivement mentionnée comme méthode d'enseignement (et non comme objectif en tant que tel), le lien avec la technologie est ténu et aucune allusion n'est faite à une approche spécifique aux filles, aux métiers ou aux études supérieures.

Concernant **l'évaluation**, il est précisé dans l'introduction que le référentiel a été revu en partie pour définir des niveaux de maîtrise communs à chaque étape importante du cursus. En clair, pour permettre l'élaboration d'une évaluation externe commune. Or, à part cette allusion, nulle part ailleurs dans le référentiel de compé-

tences, il n'est précisé quoi que ce soit sur l'évaluation, le niveau de complexité attendu ou le type de questions à mettre dans une évaluation certificative...

Des incohérences dans les prescrits

Outre la complexité et la quantité des matières à enseigner, les prescrits présentent aussi quelques incohérences.

Les sciences générales pour des études supérieures de type scientifique ?

La première incohérence porte sur les sciences générales. Ces dernières, qui correspondent à une option forte, sont vivement recommandées aux élèves qui se destinent à des études supérieures de type scientifique. Nos dirigeants admettent-ils, par-là, que toutes les filières ne se valent pas ? Pourtant, tout élève ayant obtenu son CESS¹⁴ peut s'inscrire dans l'enseignement supérieur, scientifique en particulier, quelle que soit la filière ou les options suivies¹⁵. N'y-a-t-il pas là de l'hypocrisie à dire que les sciences générales sont vivement recommandées pour suivre des études scientifiques tout en laissant la possibilité pour tout détenteur d'un CESS de s'inscrire dans des études scientifiques ?

De plus, chaque année, nous avons des exemples d'anciens élèves provenant de **sciences de base qui réussissent leur première année du supérieur** en orientation scientifique. Ils sont donc au moins aussi bien outillés que des élèves de sciences générales pour affronter des études supérieures de type scientifique. Ayant engrangé suffisamment de notions scientifiques essentielles dans leur cours « faible », ils ont aussi développé des compétences transversales telles qu'ils sont plus à même de réussir des études supérieures, de type scientifique en particulier, que ceux de sciences générales. Ces compétences sont, par exemple, analyser une situation et en comprendre les enjeux, traiter de l'information, prendre des notes efficaces, etc.¹⁶ Les savoirs plus scientifiques posent peu de problèmes car ces étudiants, très motivés et bien formés, parviennent à les ingurgiter en relativement peu de temps.

Mais qu'en est-il d'élèves provenant d'autres filières moins prometteuses en termes de réussite

dans l'enseignement supérieur et qui se destinent, malgré tout, à des études scientifiques ?

Comment se fait le choix de l'option scientifique en secondaire ?

La deuxième incohérence vient de ce que cette vive recommandation suppose que nos jeunes sortant de 4^{ème} secondaire sachent, avec plus ou moins de certitude, qu'ils **se destinent** à des études scientifiques. Or l'expérience fait dire que c'est rarement le cas. Les raisons du choix des sciences générales au 3^{ème} degré du secondaire sont à peu près aussi nombreuses qu'il y a d'élèves dans une classe : « *Ce sont mes parents qui ont décidé.* » « *Il paraît que c'est plus prometteur pour l'avenir.* » « *Bah, je ne savais pas quoi faire d'autre.* » « *C'est un choix par élimination.* » « *J'avais suivi sciences 5h en 4e, donc j'ai continué.* » « *Parce que mes copains allaient en sciences.* » Etc., etc.

Dans ce contexte, la réponse à la question du rapport du Conseil wallon de la Politique scientifique « *Pourquoi ces jeunes prédisposés à poursuivre des études S&T dans le supérieur ne le font-ils pas davantage ?* » est moins à chercher dans une éventuelle responsabilité de l'enseignement des sciences dans le secondaire que dans une dynamique complexe qui amène des jeunes du secondaire en sciences fortes sans qu'ils s'y destinent nécessairement.

Le découpage des options scientifiques en secondaire et dans le supérieur

Une troisième incohérence provient du découpage des options scientifiques. Dans l'enseignement supérieur de type scientifique, la complémentarité entre les mathématiques et la physique d'une part et entre la biologie et la chimie d'autre part entraîne un découpage **math/physique** et **biologie/chimie** assez prononcé. Dès lors, procéder à un **regroupement des trois sciences** dans le secondaire sous prétexte que les sciences sont avant tout expérimentales est **arbitraire**. Cela oblige nos jeunes à choisir les trois sciences en option forte, alors que ceux qui sont motivés pour la biologie ne le sont pas forcément pour la physique et vice versa. De plus, même si la démarche scientifique est sensiblement la même, les contenus développés sont forcément différents.

Il fut un temps où les sciences étaient découpées autrement. Pourquoi le système a-t-il été changé ? Y-a-t-il eu une évaluation qui a montré qu'il n'était pas adéquat ? Et a-t-on vérifié l'efficacité du système actuel ? Si vraiment nous voulons former nos jeunes aux études supérieures, alors il semble nécessaire de **revoir l'organisation des options scientifiques** dans le secondaire.

L'omniprésence de la démarche expérimentale

Aussi bien dans le rapport du Conseil wallon de la Politique scientifique que dans le référentiel de compétences, il est très chaudement recommandé de développer la démarche expérimentale. La raison principale est de rendre les cours de sciences plus attractifs, plus abordables et d'éveiller les vocations scientifiques. Dans le concret, cela se traduit par **plus de laboratoires**. Entendons-nous bien, il ne s'agit pas seulement de réaliser une expérience en démonstration mais aussi, et surtout, de **faire manipuler les élèves**. Le référentiel¹⁷ explicite en effet que « *L'expérience est un moyen couramment utilisé dans le cadre d'une démarche de recherche. Pour les élèves, l'expérience est également un moyen privilégié pour percevoir et ressentir un phénomène ou un concept. Pour ces raisons, il convient que les élèves aient, le plus souvent possible, l'occasion de réaliser des expériences dans un local disposant d'un matériel adapté.* »

Cette pratique rencontre certainement les besoins d'une approche plus concrète, certains élèves apprenant mieux en touchant, testant, cherchant. Mais elle doit garder la place qui lui revient, c'est-à-dire une méthode parmi d'autres pour développer une démarche scientifique. Car la privilégier pour introduire les concepts scientifiques en classe provoque de nouvelles incohérences et mettent les enseignants en difficulté.

Les incohérences dans la chronologie des Unités d'acquis d'apprentissage.

La chronologie des Unités d'acquis d'apprentissage dans le référentiel dépend, en grande partie, de la possibilité d'utiliser la démarche expérimentale, en particulier au deuxième degré. Cette omniprésence de l'approche expérimentale génère des incohérences dans le référentiel, par exemple celle qui consiste à voir l'énergie mécanique (plus facile, selon eux, à

expérimenter) avant d'avoir étudié les mouvements (demandant des notions plus abstraites) ou la notion de travail d'une force avant d'avoir étudié le concept vectoriel du déplacement. Ou bien encore à voir l'équation chimique avant de nommer les réactifs et les produits, c'est comme si on apprenait à lire une phrase sans nommer les mots...

Clin d'œil

*Au deuxième degré de l'enseignement secondaire général, les programmes prévoient l'introduction, par l'expérience, de notions telles que la force et le poids (ou force pesanteur). Pour ceux qui ont oublié (eh oui, les savoirs, ça s'oublie), le poids d'un objet, situé à la surface de la Terre ou dans ses environs, est la force exercée par notre planète sur cet objet (on peut généraliser mais ça suffira pour notre exemple). Tout le monde ressent que la force poids est celle qui nous maintient collés au sol ou celle qui fait tomber les objets en les accélérant (la vitesse augmente d'où la notion d'accélération terrestre ou gravifique). L'une ou l'autre manipulation simple avec un dynamomètre (appareil mesurant la force) montre que le poids dépend en outre de la masse de l'objet considéré (la masse ne peut pas être mesurée directement, il faut se fier à l'inscription sur la masse utilisée). Le poids d'un objet se calcule donc en considérant sa masse et l'accélération terrestre. C'est ce qu'on apprend depuis pas mal de temps dans les cours de sciences. Sauf que, chez nous, pour des raisons liées à l'utilisation de la démarche expérimentale, l'étude des mouvements est renvoyée à la 5e année. Donc nos jeunes élèves de 4e ne savent pas ce qu'est une accélération. La notion de poids, introduite de manière expérimentale, consiste alors à suspendre différentes masses au bout d'un dynamomètre et à montrer que le rapport de la force poids à la masse est constant pourvu qu'on reste au même endroit sur Terre. Mais que ce rapport peut changer si on se déplace aux pôles ou à l'équateur par exemple (comment fait-on pour se déplacer dans ces zones lointaines ?). Pour nos jeunes, le rapport du poids à la masse devient le **facteur gravifique local** qui s'exprime en N/kg, alors qu'il s'agit de l'accélération terrestre (ou gravifique) exprimée en m/s^2 pour tous les autres scientifiques ($a = g = 9,81 m/s^2$ et qu'il est si facile de montrer que $F = m \cdot a$). Et le N/kg renvoie d'ailleurs à la notion*

de champ gravifique qui n'est vu qu'en 5e année.
Je vous laisse juge...¹⁸

Les incohérences par rapport à la construction des savoirs scientifiques.

La démarche expérimentale consiste à **Observer** un phénomène, à émettre une ou plusieurs **Hypothèses** explicatives, à **Expérimenter** ou à confronter ses hypothèses à la réalité par une manipulation, à **Récolter** des résultats de mesure, à **Interpréter** ces résultats et à **Conclure**, d'où l'acronyme OHERIC. Tout d'abord, avons-nous bien évalué le type d'apprentissages obtenus par la méthode expérimentale ? Gérard Fourez affirme¹⁹ que cette démarche d'apprentissage par l'élève est biaisée par le projet ou **l'intention du professeur de « faire découvrir » telle ou telle loi**. L'élève ne mène pas lui-même une démarche de recherche et de questionnement – même s'il croit ou si on lui fait croire le contraire - il entre dans une démarche préparée par le professeur avec une certaine intention. L'objectif de la démarche ne lui appartient pas et les résultats de son expérimentation existent a priori, indépendamment de lui. Il est donc automatiquement poussé à trouver ce qu'on veut lui faire découvrir artificiellement. Autrement dit, le laboratoire est conçu pour que cela marche... Gérard Fourez parle même de **l'effacement de l'humain** dans le récit OHERIC. Qui plus est, dans le monde de la recherche scientifique, les découvertes ne se font pas selon la méthode OHERIC qui est une reconstruction a posteriori pour les besoins de la publication.

Au cours de l'histoire, en effet, les hommes et les femmes ont construit les sciences aussi à partir d'autres modèles que celui de la démarche expérimentale. Prenons par exemple l'élaboration de la théorie des ondes électromagnétiques par Maxwell au XIXe siècle, environ vingt ans avant que Hertz ne les identifie en laboratoire. Ou bien encore la théorie de la relativité énoncée par Einstein au début du XXe siècle, validée ensuite par des preuves indirectes. Le prix Nobel de physique 2013 offre un autre exemple d'une recherche théorique qui a précédé la validation en laboratoire puisque l'existence du boson de Higgs a été postulée près de cinquante ans avant son identification expérimentale. À l'heure actuelle d'ailleurs, beaucoup de recherches se font à l'aide d'un ordinateur super puissant...

Les incohérences en termes d'évaluation

Un autre problème se pose dès que l'on parle de l'évaluation. Si les concepts sont abordés préférentiellement de manière expérimentale, les évaluations, elles, sont généralement conçues de manière écrite, en utilisant bien souvent les compétences linguistique et logico-mathématique. Quelle est alors la cohérence entre les situations d'apprentissages et les situations d'évaluation ? Quel temps faut-il pour développer à la fois la méthode expérimentale et permettre aux jeunes de maîtriser les compétences nécessaires pour l'évaluation écrite ? Au vu des programmes chargés et complexes, on peut avancer, sans trop se tromper, que le temps manquera...

Les difficultés liées aux conditions de réalisation d'un laboratoire

Faire manipuler les élèves demande des conditions matérielles et organisationnelles particulières, comme des locaux équipés, du matériel en bon état et en quantité suffisante pour que chacun puisse manipuler, un nombre limité d'élèves, etc. Tout le monde s'accorde pour dire que ces conditions sont rarement rencontrées et la responsabilité en est souvent attribuée aux directions ou aux enseignants eux-mêmes. Je voudrais dénoncer cette hypocrisie qui consiste à renvoyer la responsabilité aux gens de terrain. Quelques éléments d'explications.

1. La **logistique** est difficile à assurer : achat et maintenance du matériel en quantité suffisante, budget pas toujours extensible, préparation et rangement du local alors que d'autres enseignants sont susceptibles de l'occuper avant et après l'heure de laboratoire.
2. Les normes en termes de **nombre d'élèves** par classe (16 élèves maximum) pour réaliser un laboratoire, ainsi que les **normes de sécurité** (par exemple pour un labo de chimie) sont assez contraignantes.
3. Les enseignants sont souvent amenés à **bricoler** eux-mêmes du matériel de fortune. Et c'est d'ailleurs ce qu'on leur demande, pour montrer aux jeunes que les sciences se vivent au quotidien et qu'ils peuvent expérimenter chez eux avec du matériel semblable. Cela demande un temps de préparation assez impressionnant.

Clin d'œil

Histoire vécue. Lors d'une demi-journée de formation en cours de carrière, des formateurs ont proposé de vivre une séance de laboratoire pour montrer aux enseignants ce qu'il est possible de faire avec les élèves. La séance a débuté avec la récolte des représentations spontanées sur le sujet scientifique développé. Venaient ensuite quelques considérations plus théoriques et, après une heure, les 24 participants ont été confrontés à 4 tables de manipulation. Le matériel, assez sophistiqué, comportait, entre autres, des ordinateurs avec un logiciel assez coûteux. La malchance a voulu que l'un des matériels à disposition ne fonctionne pas ; le formateur a donc passé beaucoup de temps à essayer de le faire fonctionner. Résultat des courses, il restait environ ½ heure seulement pour traiter les informations tirées de l'expérience, conclure et débriefer... autant vous dire que cela a été fait au pas de charge... Commentaires :

1. Nous étions 24, alors qu'en classe, les normes imposent 16 élèves pour un groupe de sciences fortes. Pourquoi nos formateurs n'appliquent-ils pas la règle ?

2. Il n'y avait que 4 tables de manipulation. Nous nous sommes donc retrouvés à 6 par table. Autant vous dire que lorsque 2 enseignants manipulent, les 4 autres ont peu d'accès au matériel de laboratoire... et font les potaches à l'arrière... comme le feraient des élèves...

3. Le matériel assez sophistiqué et coûteux n'est pas très répandu dans les écoles.

4. Le sujet scientifique, assez complexe, ne convenait manifestement pas à toute une partie des enseignants qui professaient dans l'enseignement technique et professionnel. Or, rien ne les avait avertis de ce degré de difficulté.

5. Si le matériel avait été testé avant la séance, ce que nous pouvons espérer, un imprévu a mis les formateurs en difficulté, comme un enseignant l'est en classe quand le matériel, parfois désuet, lâche au dernier moment. Aucun commentaire n'a été fait à ce sujet alors que ça aurait été très intéressant de débriefer l'incident et de voir comment faire face à une situation délicate comme celle-là.

6. Aucune exploitation n'a été faite de la récolte des représentations spontanées.

7. La gestion du temps a été assez désastreuse. L'essentiel n'a pas pu être réalisé, c'est-à-dire l'explicitation de la démarche scientifique qui venait d'être réalisée et son exploitation en classe. Voilà comment nos formateurs nous disent comment faire sans arriver à le faire eux-mêmes...

4. Beaucoup d'enseignants en sciences sont amenés, surtout par manque de temps, à imposer aux élèves un protocole très clair pour la réalisation du laboratoire. Sans cela, les jeunes se perdent et s'enlisent dans des actions qui manquent de sens, voire qui sont incorrectes. Dans ce cas, ne s'agit-il pas plus de l'exécution pure et simple d'une procédure plutôt que d'une véritable démarche scientifique ? Dans le contexte actuel d'un référentiel très chargé, la pratique de laboratoire doit être limitée à quelques expériences significatives qui permettent aux élèves de mieux comprendre les concepts développés. Ou alors, pour que la démarche expérimentale devienne une véritable démarche scientifique de questionnement et de recherche, il faudrait par exemple diviser la matière à enseigner par deux, voire par trois.

Clin d'œil

Histoire vécue. Au labo de physique, des élèves de 5e sont amenés à construire un petit moteur électrique. Le protocole de construction est précis et nécessite un travail rigoureux. Des élèves, passant leur temps à papoter plutôt qu'à travailler, finissent par subtiliser le petit moteur électrique qui sert de modèle au professeur pour faire croire à ce dernier qu'ils ont réalisé un magnifique moteur qui tourne alors que le leur, résultat d'un labo désastreux où le travail d'équipe se résume à faire semblant de travailler, ne fonctionne évidemment pas. Il aurait été intéressant de leur permettre de chercher eux-mêmes un protocole pour réaliser ce moteur, de leur demander de rassembler eux-mêmes le matériel et de le mettre en œuvre... mais le temps manque...

5. Le saucissonnage d'une journée d'école en heures de 50 minutes le plus souvent, coïncées entre deux autres heures de cours et entre lesquelles les élèves doivent changer de local, se replonger dans un autre contexte, etc. n'est évidemment pas favorable au déroulement d'un laboratoire et au développement d'une véritable démarche de questionnement et de recherche. Même un bloc de deux heures ne suffit pas, la plupart du temps, à boucler correctement une séance complète. On peut toujours rêver à un changement dans les rythmes scolaires...

Toutes ces difficultés vécues au quotidien ne sont quasiment jamais imputables aux directions ou aux enseignants mais plutôt à un système trop

rigide. Les référentiels, trop chargés et trop complexes et les rythmes scolaires inadaptés sont un véritable frein au développement de méthodes actives d'apprentissage.

Le manque d'autonomie pédagogique

En imposant ainsi aux enseignants une méthode d'enseignement, à savoir la démarche expérimentale, nos responsables leur enlèvent de l'autonomie pédagogique et font donc fi du choix de la méthode qu'ils estiment la plus appropriée pour tel apprentissage face à tel public.

Ne serait-il pas plus intéressant, voire même efficace, de mettre en place un enseignement des sciences qui varie les méthodes de telle sorte que les élèves soient mis en dynamique de questionnement véritable auquel le professeur n'a pas nécessairement une réponse préconçue. Cela n'exclut pas la méthode expérimentale, mais lui rend la place qu'elle n'aurait pas dû quitter, celle d'un outil parmi d'autres pour enseigner, en particulier pour permettre l'apprentissage par essai-erreur. Car apprendre aux jeunes à observer, à se questionner, à raisonner, à induire, à déduire, etc. peut tout aussi bien se faire à partir d'autres outils comme le récit de situations rencontrées dans la vie de tous les jours par exemple. Donner du sens aux apprentissages ne passe pas d'office par le fait de manipuler.

Xavier Roegiers mentionne en effet, à propos de la démarche scientifique ou démarche expérimentale que « Plusieurs méthodes et techniques relèvent de cette catégorie : étude de cas, résolution de problème, méthode de projet ; observation / découverte, expérimentation, etc. »²⁰.

D'ailleurs, l'introduction des Sciences générales, proposée dans le référentiel de compétences, réserve toute une section à la démarche scientifique en explicitant ses éléments constitutifs²¹ : appropriation d'un problème, recueil des informations, traitement et communication des informations. Cette démarche scientifique, telle que proposée dans le référentiel, est extrêmement riche et ses éléments constitutifs constituent, en eux-mêmes, des objectifs mesurables et donc opérationnels. Mais cela suppose que les responsables de l'enseignement rendent de l'autonomie pédagogique aux enseignants, en contrôlant seulement les résultats obtenus... On peut même imaginer que les jeunes soient partie prenante

dans les thèmes à aborder. Mais nos responsables veulent-ils vraiment rendre de l'autonomie aux acteurs et bénéficiaires de l'enseignement ? Rappelons que le rapport du Conseil wallon de la Politique scientifique insiste pour intégrer tous les acteurs de l'enseignement.

Conclusion sur la démarche expérimentale

Pour toutes les raisons citées ci-dessus :

- incohérences en termes de chronologie des matières à enseigner, de construction des savoirs scientifiques et d'évaluation,
- difficultés organisationnelles des séances de laboratoire,
- manque d'autonomie pédagogique,

la démarche expérimentale ne peut pas être imposée à l'enseignant comme quasi-seule méthode pour introduire les notions scientifiques. Elle ne peut pas non plus constituer la solution unique aux difficultés que rencontre l'enseignement des sciences. Il appartient au professeur de développer la méthode qui convient aux élèves et au concept à introduire tout en variant les approches, à partir d'objectifs à atteindre clairement formulés... Tout un travail que l'enseignant est certainement capable de faire par lui-même.

La promotion des sciences

Enfin, comment faire la promotion des sciences puisque, d'une part, la société subit une pénurie en personnel scientifique et que, d'autre part, les jeunes peinent à trouver du travail dans des filières moins porteuses en termes d'emploi que les sciences ? On a donc tous à y gagner. Et, en plus, il faut porter une attention particulière aux filles. L'équation est difficile à résoudre car il faut ouvrir aux jeunes la porte des formations scientifiques sans les leururrer sur ce qui les attend après.

La solution n'est-elle pas, une fois de plus, dans l'autonomie pédagogique laissée aux enseignants, à condition bien sûr, que des objectifs mesurables leur soient fournis, en particulier en termes d'acquisition de la démarche scientifique.

Ne suffit-il pas d'admettre, en effet, que chacun « aime » les sciences à sa façon et que de multiples approches ont plus de chances d'accrocher toutes sortes de jeunes, que l'on soit fille ou garçon ? D'autant qu'à l'heure actuelle, des unités de promotion des sciences, des jeux interactifs créés par des ASBL d'éducation, des jeux de

rôle, des médias audiovisuels, des animations, des logiciels de simulation, des émissions de télévision comme « *C'est pas sorcier* », « *On n'est pas que des cobayes* »... offrent des outils attractifs et extrêmement variés. Laissons donc aux enseignants et même aux élèves le choix des armes... N'est-ce pas ainsi qu'on rend les jeunes acteurs de leurs apprentissages et qu'on leur donne envie de suivre des formations scientifiques ?

Finalement, quelle spécificité donner aux cours de sciences pour outiller nos jeunes à faire face à une société technologique de plus en plus développée ? Comment rendre les sciences plus attractives et plus abordables, tout en préparant l'étudiant à ce qui l'attend après ?

Élargir la réflexion sur les cours de sciences

Nos autorités politiques sont responsables de donner un cadre à l'enseignement des sciences, c'est-à-dire de déterminer des buts pédagogiques et des objectifs mesurables. Les enseignants, quant à eux, sont responsables de la manière d'atteindre les objectifs tout en restant dans le cadre prescrit.

Pour dépasser les problématiques évoquées et revenir aux recommandations du Conseil wallon de la Politique scientifique, voici quelques pistes pour élargir la réflexion.

Du côté de nos responsables

- Donner aux enseignants des objectifs mesurables.
- Alléger et simplifier les référentiels de compétences.
- Mettre à disposition des enseignants une banque d'outils pédagogiques nombreux et de qualité : livres scolaires, séquences didactiques, exploitation de films, articles, livres, capsules vidéos, logiciel de simulation, et tous supports multimédias. Les enseignants sont trop souvent livrés à eux-mêmes, ils doivent pouvoir bénéficier d'outils de qualité pour diminuer leur temps de préparation et d'évaluation et augmenter leur temps d'accompagnement des élèves.
- Du même coup, rendre l'autonomie aux enseignants concernant les méthodes d'enseignement et les situations d'apprentissage.

- Identifier des niveaux de compétence à atteindre par les élèves, entre autres sous forme d'une banque de situations d'évaluation de niveaux d'exigence variés et identifiés.
- Remettre en question le découpage des cours de sciences dans le secondaire.
- Assurer la transition entre les différents niveaux fondamental/secondaire/supérieur.

Du côté des enseignants

- Apprendre aux jeunes à observer, à se questionner, à raisonner, à induire, à déduire, etc. en analysant des situations quotidiennes (et non nécessairement reproduites en laboratoire) et en utilisant des modèles scientifiques à bon escient, c'est-à-dire en tenant compte de leurs limites et de leur domaine de validité.
- Amener les jeunes à porter un regard critique sur la publicité, sur les discours pseudo-scientifiques, sur notre société de consommation, faire de l'éducation aux médias...
- Faire davantage appel à l'expérience quotidienne des jeunes pour introduire et développer des notions.
- Utiliser davantage l'outil informatique, les médias audiovisuels et des logiciels de simulation d'expériences. C'est-à-dire bénéficier d'un parc informatique en état de marche avec un responsable informatique compétent pour les mises à jour et la maintenance.
- Ouvrir l'école sur l'extérieur : confronter les jeunes à des concours, des sorties, des présentations devant un public extérieur, développer des projets mobilisateurs, etc.
- Développer des activités de coopération entre jeunes autour de projets scientifiques.
- Prendre le temps avec les élèves pour que ces derniers maîtrisent les concepts de base.
- Varier les méthodes d'approche grâce à la banque d'outils pédagogiques mise à disposition des enseignants.
- Vérifier que les concepts de base soient maîtrisés et proposer des évaluations différenciées, les élèves ayant le choix du niveau de difficulté auquel ils veulent se confronter en fonction de la confiance qu'ils ont de leur maîtrise des concepts et des compétences évaluées.
- Développer une approche historique de la construction des sciences.

- Développer la représentation que les jeunes ont des métiers scientifiques et montrer que la palette des métiers dits scientifiques est très large : visites d'entreprises, rencontres avec des professionnels, travaux de fin d'études secondaires en lien avec des métiers scientifiques (interview de scientifiques par exemple), mise en évidence de la place des femmes dans les métiers dits scientifiques...
- Identifier des compétences professionnelles nécessaires (relationnelles, de communication, etc.). Les accompagner dans l'élaboration de leur projet d'études/professionnel/de vie.
- Faire prendre conscience de la place des sciences dans la société. Faire comprendre les enjeux de société liés à l'utilisation des sciences et technologies.
- Travailler le lien science fondamentale, techno-sciences, sciences appliquées/technologie.
- Faire comprendre les enjeux de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée.

On est loin de la seule démarche expérimentale...

Conclusion

Plutôt que de noyer les enseignants et les jeunes sous des prescrits complexes et déconnectés de la réalité, ne faudrait-il pas recentrer l'enseignement des sciences autour de la démarche scientifique au sens large : observer, se questionner, faire preuve d'esprit critique, rechercher et trier des informations, confronter ses résultats avec des modèles existants, prendre position, etc. Acquérir une démarche scientifique deviendrait alors l'objectif principal du cours de sciences et le référentiel de compétences listerait simplement les contextes par année qui soutiendraient l'apprentissage de cette démarche.

Il appartiendrait alors aux enseignants et aux élèves (pourquoi pas une collaboration en début d'année) d'établir le programme de l'année, en fonction des motivations, des opportunités, des contraintes locales. Ce serait une bonne façon de mettre les acteurs et les bénéficiaires de l'enseignement dans un partenariat actif autour des apprentissages.

Enfin, une banque d'outils pédagogiques et de situations d'évaluation doit être élaborée par des conseillers pédagogiques et proposée aux ensei-

gnants et aux jeunes pour qu'ils puissent identifier le niveau de compétences attendu et ainsi assurer une bonne transition avec le supérieur.

Une réflexion élargie de tous les acteurs sur la place des sciences dans la formation des jeunes est indispensable pour redonner du sens à cet enseignement dont les enjeux pour le futur sont énormes.

¹ Conseil wallon de la Politique scientifique, *Attractivité des études et métiers scientifiques et techniques. Rapport final*, Décembre 2013, [en ligne], http://www.cesw.be/uploads/Actualites/CPS_Rapport_janvier2014.pdf, lien vérifié le 29/03/2015.

² Demonty I., Blondin C., Matoul A., Baye A., Lafontaine D., *La culture mathématique à 15 ans. Premiers résultats de PISA 2012 en Fédération Wallonie-Bruxelles*, 3 décembre 2013 p.14.

³ Conseil wallon de la Politique scientifique, *Attractivité des études et métiers scientifiques et techniques. Rapport final*, Décembre 2013, p.4

⁴ Ibidem, p.20 et p.30.

⁵ Fédération Wallonie-Bruxelles, Enseignement et Recherche scientifique, Les socles de compétences, p.34, [en ligne], <http://www.enseignement.be/index.php?page=24737&navi=295>, lien vérifié le 10/06/2014.

⁶ Un paradigme correspond aux « lunettes » avec on voit le monde. Le plus souvent, il s'agit de *lunettes professionnelles*, mais il peut aussi s'agir de *lunettes d'usager*, par exemple, le garde-forestier et le promeneur voient la forêt chacun à leur manière. La construction progressive de savoirs et savoir-faire ne peut donc constituer le paradigme d'une démarche scientifique.

⁷ La compréhension du principe d'action/réaction nécessite de représenter les forces par des vecteurs.

⁸ Moniteur belge – 20.01.20150-Ed.2 – Belgisch Staatsblad, Annexe II, Compétences terminales et savoirs requis en sciences de base, Humanités générales et technologiques. Annexe III, Compétences terminales et savoirs requis en sciences générales, Humanités générales et technologiques, [en ligne] http://www.ejustice.just.fgov.be/mopdf/2015/01/20_2.pdf et

http://www.ejustice.just.fgov.be/mopdf/2015/01/20_2_2.pdf, lien vérifié le 28/03/2015.

⁹ Que signifie le terme clair ? S'il s'agit d'en comprendre la teneur, alors oui, mais c'est bien la moindre des choses. Par contre, s'il s'agit d'en appréhender l'opérationnalité, alors, là, je ne sais pas comment on fait...

¹⁰ Ces trois processus semblent en tout cas des prescrits incontournables. Le nouveau référentiel est tellement cadenassé que la marge d'autonomie de l'enseignant en sciences est quasi nulle...

¹¹ Mis à part l'un ou l'autre glissement d'un chapitre d'une année sur l'autre, la répartition de la matière est restée relativement semblable sur l'ensemble des années.

¹² À part en ce qui concerne la démarche expérimentale chaudement recommandée, nous le verrons plus loin.

¹³ Il n'y est pas fait de distinction particulière entre démarche scientifique et démarche d'investigation.

¹⁴ Certificat de l'Enseignement Secondaire Supérieur.

¹⁵ Dans le professionnel, il faut suivre une 7^{ème} année pour obtenir le CESS.

¹⁶ Rappelons que, jusqu'il y a peu, nos sommités scientifiques avaient suivi dans l'enseignement secondaire, la filière classique.

¹⁷ Curieusement, le référentiel réserve un paragraphe entier à la démarche scientifique, par ailleurs assez bien explicitée, et un tout petit alinéa à la démarche expérimentale. Dans la pratique, cette dernière devient prépondérante par rapport à la démarche scientifique présentée comme une véritable démarche d'investigation. Où est la logique ?

¹⁸ La démarche peut être intéressante si le but consiste à faire comprendre aux élèves la construction progressive et par étapes de la formalisation des lois comme l'histoire des sciences le montre. Mais il s'agit là d'un objectif de culture scientifique et épistémologique relatif aux savoirs scientifiques.

¹⁹ Fourez G., *Apprivoiser l'épistémologie*, De Boeck, 2003, p.44 et suivantes.

²⁰ Roegiers X., *La pédagogie de l'intégration. Des systèmes d'éducation et de formation au cœur de nos sociétés*, De Boeck, 2010, p.55.

²¹ Chaque élément constitutif est lui-même explicité.