

REFORME DU LYCEE

SEPTEMBRE 2010 – CLASSE DE SECONDE

ENSEIGNEMENT OBLIGATOIRE

1. LES GRANDS PRINCIPES DE LA REFORME DU LYCEE





Ce premier module de la formation concerne donc les grands principes qui ont conduit à réformer le lycée ; ce sujet a fait l'objet d'une communication importante, tant dans les médias que sur les sites institutionnels auxquels nous renvoyons les professeurs pour une information complète et détaillée¹. Nous ne reprendrons ici volontairement que trois domaines qu'il convient d'avoir en mémoire pour comprendre le sens de certaines évolutions qui seront détaillées par la suite.

1.1. Orientation : une spécialisation progressive, des passerelles, une aide au choix

Aujourd'hui, un élève scolarisé dans une Première non scientifique (ES, par exemple) n'a quasiment aucune chance de pouvoir intégrer une classe de Terminale S sans redoubler en Première S. Cela est dû, entre autres, à une spécialisation importante des études à partir de la classe de Première. Dans le nouveau lycée, une telle réorientation doit devenir possible : cela sous-entend que les classes de Premières soient moins différentes les unes des autres : des enseignements communs à l'ensemble des classes de Premières seront ainsi créés et représenteront 15 h d'enseignements hebdomadaires. Les enseignements spécifiques seront réduits en Première pour que ces passerelles soient possibles (moyennant des stages permettant ces corrections de trajectoire) ; c'est une des raisons expliquant pourquoi l'horaire de Sciences Physiques en Première S passe de 4 heures trente à 3 heures. En revanche, la classe terminale confortera la spécialisation de la série ; en Terminale S, par exemple, il est créé un enseignement de spécialité *Informatique et sciences du numérique*. Dans cette même Terminale S (comme dans toutes les classes terminales), l'accompagnement personnalisé sera confié aux professeurs des enseignements spécifiques, donc en partie aux enseignants de Physique-Chimie qui auront donc les élèves entre une demi-heure et une heure de plus qu'actuellement.

1.2. Accompagnement personnalisé : ses quatre voies

Pour répondre de la manière la plus fine possible aux besoins des élèves, un accompagnement personnalisé de deux heures ou de 72 heures annuelles, est introduit à leur emploi du temps. Conçu comme un temps distinct du cours, il comprend des actions coordonnées de :

-  Soutien : aider l'élève à surmonter ses difficultés ;
-  Approfondissement : aider l'élève à aller plus loin et à mener des recherches individuelles ;
-  Méthodologie : aider l'élève en lui faisant acquérir des méthodes de travail personnel ;
-  Aide à l'orientation : aider l'élève dans son projet personnel de formation.

L'accompagnement personnalisé s'adresse à tous les élèves selon leurs besoins.

Il est placé sous la responsabilité des professeurs, en particulier du professeur principal. La mise en œuvre de l'accompagnement personnalisé repose donc sur un découplage du volume horaire élève et du volume horaire enseignant.

¹ En particulier le site « Un nouveau lycée » : <http://www.education.gouv.fr/nouveau-lycee/>

L'introduction de l'accompagnement personnalisé impose un rééquilibrage des enseignements qui se traduit dans la nouvelle grille horaire par la suppression des modules et de l'aide individualisée qui s'inscrivaient dans une logique d'un soutien réservé à quelques disciplines pré-établies. Désormais, l'accompagnement est réaffecté en fonction des besoins de l'élève selon une logique qui n'est pas exclusivement disciplinaire.

1.3. Stages de remises à niveau, stages passerelles, tutorat

Afin de limiter les redoublements et apporter une réponse personnalisée pour chaque élève, de nouveaux dispositifs voient le jour.

Des professeurs volontaires pourront assurer un tutorat auprès des lycéens qui le souhaitent. Ces professeurs référents ont vocation à suivre les élèves durant toute leur scolarité au lycée. Le tuteur guide et conseille les élèves. Ce tuteur assure le rôle d'adulte référent, notamment pour les élèves qui ne disposent pas d'expertise scolaire dans leur entourage familial. Le tuteur pourra aider l'élève dans ses choix de stages de remise à niveau ou passerelles.

Afin de fluidifier les parcours des élèves, la réforme du lycée met en place des dispositifs alternatifs au redoublement. Les élèves qui en éprouvent le besoin pourront suivre des stages de remise à niveau, durant les vacances scolaires ou tout au long de l'année. Des stages passerelles permettront également à des élèves de se réorienter en fin de seconde vers une classe de première de lycée professionnel, ou bien au cours ou en fin de première.

1.4. Initiative et responsabilité : plus d'autonomie au niveau local

Rappelons pour commencer que les objectifs, les programmes et les examens relèvent de la seule compétence nationale et seront garantis à tous les élèves sur l'ensemble du territoire.

En revanche, les méthodes pour atteindre ces objectifs et pour mettre en œuvre les programmes ne sont plus définies au niveau ministériel, ni même au niveau académique, mais, dans une large mesure, au niveau des lycées. La mesure la plus caractéristique en la matière est la globalisation des heures allouées pour constituer des groupes à effectif réduit : 10,5 heures sont ainsi affectées en sus des 28,5 heures-élèves par division de Seconde ; autrement dit, les chefs d'établissement reçoivent, pour chaque division de Seconde, une dotation horaire professeur de 39 h. L'utilisation de ces 10,5 h fait l'objet d'une consultation du conseil pédagogique.

Ainsi, le codage habituel de l'horaire de notre discipline² disparaît-il avec le non fléchage au niveau ministériel de la partie assurée en classe entière et de celle dispensée devant des effectifs réduits (inférieurs ou égaux à 24 élèves). L'horaire consacré aux travaux pratiques de Physique-Chimie peut donc s'écarter de la traditionnelle plage de une heure et demie, en plus comme en moins. Notons cependant la limite précisée dans l'arrêté du 27 janvier 2010 relatif à l'organisation et aux horaires de la classe de Seconde : *le projet de répartition des heures prévues pour la constitution des groupes à effectif réduit tient compte des activités impliquant l'utilisation des salles spécialement équipées et comportant un nombre limité de places*. Enfin dans le préambule du programme de Physique-Chimie, on lit : elle (l'approche expérimentale) est indissociable d'une pratique pédagogique en effectifs réduits, indispensable à une expérimentation authentique et sûre.

² Ce codage faisait figurer entre parenthèses l'horaire à dispenser devant des groupes dont l'effectif ne devait pas dépasser 24 élèves ; exemple, en classe de Seconde, l'horaire de Sciences Physiques était : 2 h + (1,5 h)

2. OBJECTIFS DE LA CLASSE DE SECONDE DANS LE CADRE DE LA REFORME DU LYCEE

2.1. La classe de Seconde reste une classe de détermination

L'aspect « classe de détermination » est réaffirmé pour la Seconde ; c'est pour pouvoir accueillir tous les élèves entrant au lycée d'enseignement général et technologique avec de vraies chances de réussite que sa structure évolue comme on vient de le voir : plus d'initiative au niveau local pour mieux coller aux réalités du terrain, création de l'accompagnement personnalisé afin de répondre aux besoins identifiés des élèves, création d'enseignements d'exploration (voir ci-dessous), etc.

Qui dit « accueil de tous les élèves », dit classes hétérogènes : les préconisations que nous avons faites voici quelques années restent donc d'actualité. Rappelons- en quelques éléments :

- ✚ Utiliser tous les aspects de la *diversification pédagogique*³ : organiser les progressions à partir de supports et d'activités multiples, mobiliser des outils pédagogiques variés, etc.
- ✚ Ne pas hésiter, en particulier au troisième trimestre, à donner un travail supplémentaire (de nature facultative) aux élèves qui pensent intégrer une première scientifique ;
- ✚ Envisager des devoirs communs (en fin de deuxième trimestre, par exemple) pour harmoniser les pratiques entre les différents professeurs intervenant en Seconde ;
- ✚ Diversifier l'évaluation en intégrant un exercice au choix (entre une résolution mathématique et une analyse de documents, par exemple) ;
- ✚ Varier les formes d'évaluation pour tenir compte de la *variété des formes d'intelligence* : à côté des devoirs « traditionnels », intégrer l'évaluation des capacités expérimentales, les analyses documentaires, sans oublier l'évaluation par compétences (nous en reparlerons).

2.2. Les enseignements obligatoires s'inscrivent dans la continuité avec le collège

L'école primaire et le collège constituent le bloc de la scolarité obligatoire ; leurs programmes ont été structurés autour du *socle commun*.

Le socle commun représente l'ensemble des connaissances, des capacités et des attitudes qu'il est indispensable de maîtriser pour accomplir avec succès sa scolarité, poursuivre sa formation, construire son avenir personnel et professionnel et réussir sa vie en société⁴. Maîtriser le socle commun c'est être capable de mobiliser ses acquis dans des tâches et des situations complexes, à l'école puis dans sa vie. Le socle commun s'organise en sept compétences, chacune d'entre elles étant conçue comme une combinaison de connaissances, de capacités et d'attitudes.

Les sept compétences sont : la maîtrise la langue française, la pratique d'une langue vivante étrangère, les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique, la maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication, la culture humaniste, les compétences sociales et civiques, l'autonomie et l'initiative.

Le lycée rénové s'appuie sur ce *socle commun* comme en témoignent les préambules des nouveaux programmes (on le verra ci-après plus en détail pour ce qui concerne les Sciences Physiques). L'idée d'un socle pour le lycée est d'ailleurs à l'étude mais n'est pas encore formalisée à l'heure actuelle.

2.3. Des enseignements d'exploration sont créés

Les enseignements d'exploration participent à la volonté de donner à la classe de Seconde un vrai statut de classe de détermination ; les connaissances associées ne constituent pas des pré-requis pour entrer en classe de Première.

³ On pourra se reporter au document diffusé en 2008-2009 par le collège des IPR : Guide de bonnes pratiques pédagogiques et, tout particulièrement, à son troisième axe (la différenciation pédagogique : une nécessité pour favoriser la réussite)

⁴ Décret n° 2006-830 du 11 juillet 2006

Ainsi, les enseignements d'exploration ne préjugent-ils pas de la poursuite d'étude dans une voie de formation donnée.

Ils constituent une sensibilisation à une discipline ou à un champ disciplinaire. Dans le cas général, un enseignement d'exploration est calibré sur une durée de 54 h annuelles soit 1,5 h hebdomadaire, la ventilation dans l'année étant laissée à l'initiative des établissements.

La plupart des enseignements d'exploration sont confiés à une discipline particulière mais plusieurs sont interdisciplinaires :

- + Littérature et société : formation littéraire, humaniste et artistique
- + Méthodes et pratiques scientifiques : familiarisation avec les démarches scientifiques
- + Certains EDE « Création et activités artistiques » peuvent aussi être interdisciplinaires.

L'élève choisit 2 enseignements d'exploration⁵ : le premier entre SES et PFEG (ces deux EDE étant offerts dans tous les lycées) et un second parmi les autres EDE présents dans l'établissement ou le second EDE d'économie non pris en premier choix. Quelques cas particuliers doivent être signalés :

- + L'élève peut choisir de remplacer le 2ème enseignement d'exploration de 54 h par un EDE de 108 h parmi : langue vivante 3, latin, grec ancien ;
- + L'élève peut compléter son premier choix par deux enseignements d'exploration de 54 h parmi les 5 de la voie technologique (CIT, SI, SS, BT, SL) ;
- + L'élève peut choisir de remplacer les deux enseignements d'exploration de 54 h par un enseignement « lourd » : EPS (180 h), Arts du Cirque (216 h) et Arts appliqués (216 h).

Un même enseignement ne peut pas être choisi au titre des enseignements d'exploration et des options facultatives (EPS, LV3, latin, grec ancien) ; il peut l'être pour les EDE artistiques ; tous les lycées n'offrent naturellement pas l'ensemble des EDE (circulaire académique) ; certains EDE seront *contingents* : l'affectation des élèves sera prononcée au vu des places disponibles et du barème établi dans le cadre de la procédure AFFELNET.

2.4. Un enseignement de sciences physiques plus présent au lycée

La présence des Sciences Physiques en Seconde, dans le tronc commun, et dans toutes les classes de Première de l'enseignement général (apparition en ES) prouve qu'il s'agit là d'un enseignement nécessaire à la culture générale de tous les élèves.

Les élèves de Première scientifique ne sont pas les seuls à suivre un enseignement de Sciences Physiques, comme en témoigne le tableau suivant.

Données 2007	S	L	ES	STI	STL	STS2	STG	Total
Nombre d'élèves	168 000	54 000	97 000	36 000	8 000	18 000	77 000	458 000
Pourcentage	37 %	12%	21 %	8 %	1,7 %	4 %	17 %	100 %

Ce tableau ne tient pas compte des redoublements et des réorientations en fin de seconde.

- + Ainsi, 83 % des élèves bénéficieront d'un enseignement de Sciences Physiques en classe de Première (seuls les élèves de Première STG n'en auront pas).
- + Le nombre d'élèves de 1 ES et 1 L (151 000) est du même ordre de grandeur que ceux de première scientifique (168 000).

⁵ Abréviations utilisées pour les EDE – SES : Sciences économiques et sociales ; PFEG : Principes fondamentaux de l'économie et de la gestion ; CIT : Création et innovation technologiques ; SI : Sciences de l'ingénieur ; SS : Santé et social ; BT : Biotechnologies ; SL : Sciences et laboratoire

L'enseignement des sciences, en seconde, s'adresse à trois types de profil :

- ✚ Des élèves qui n'ont pas vocation à suivre des sciences après la classe de première (46 %) ;
- ✚ Des élèves qui suivront des sciences jusqu'en terminale et probablement jusqu'au niveau licence, comme techniciens (15%) ;
- ✚ Des élèves qui ont vocation à suivre un enseignement scientifique long à Bac +5 (37 %) ;

Il faut garder en mémoire que tous les élèves de première scientifique ne poursuivront pas des études longues en sciences. Pour mémoire, les élèves des CPGE scientifiques représentent 5 % d'une classe d'âge d'élèves de seconde GT, les universités scientifiques (fondamentales et SVT), 6%, les études en Médecine et Pharmacie, 7,5 %.

Le programme de la classe de Seconde s'adresse à chacun de ces profils. Il ne s'agit pas de viser uniquement la frange qui poursuivra en Première scientifique, voire en sciences fondamentales dans l'enseignement supérieur.

3. OBJECTIFS ET STRUCTURE DU PROGRAMME DE SCIENCES PHYSIQUES

3.1. Il est composé de 3 thèmes, chacun d'entre eux comportant plusieurs modules

L'horaire alloué aux Sciences Physiques est de 3 heures élève, ce qui représente une baisse d'une demi-heure par rapport à la situation antérieure ; aussi, des allègements ont-ils été apportés tant en Physique qu'en Chimie en termes de contenus et de notions. On peut ainsi observer la disparition du formalisme lié au tableau d'avancement ou des schémas de Lewis en Chimie ; en Physique, c'est la première partie de l'ancien programme (Exploration de l'espace) qui subit des coupes importantes.

Mais le changement le plus important réside dans le choix de traiter le programme selon des entrées thématiques ; trois thèmes doivent être traités : la santé, la pratique du sport et l'univers. Nous avons souvent souligné l'intérêt d'un enseignement thématique en classe de Seconde :

- ✚ Il est le lieu idéal pour mettre en place une démarche s'inspirant des TPE de Première et permettre aux élèves d'acquérir plus rapidement l'autonomie qui leur fait souvent défaut ;
- ✚ Il peut contribuer à motiver les élèves pour les sciences surtout si les thèmes abordés résonnent avec des sujets d'actualité ou participant à leur environnement ;
- ✚ Il rompt avec l'aspect formel d'un enseignement livrant un corpus de connaissances souvent étranger aux élèves et dont ils perçoivent rarement le sens et l'intérêt.

Le professeur peut traiter les 3 thèmes dans l'ordre qui lui convient. Un certain nombre de notions et contenus d'une part, de compétences attendues, d'autre part, se retrouvent dans plusieurs thèmes. Il ne faut pas y voir des redondances stériles mais la conséquence de la liberté laissée au professeur quant à l'ordre dans lequel il traitera les 3 thèmes. Ainsi, s'il choisit de traiter *la santé* en premier, il abordera la notion d'élément dans le module « le diagnostic médical » et n'aura donc pas besoin de s'y attarder lors du module « les éléments chimiques présents dans l'univers » du thème *l'univers*.

Une autre possibilité qui renvoie à *l'hélice didactique* consiste à fournir une première approche de la notion lors du premier thème et de la compléter lors du second plutôt que de donner d'emblée toutes les informations et de prendre ainsi le risque de voir les élèves en oublier une grande partie. Enfin, on peut aussi utiliser le second passage pour pratiquer une évaluation et mesurer les acquis stabilisés des élèves, cette éventualité s'appliquant en particulier au domaine des compétences de nature expérimentale (dans l'exemple choisi, ce pourrait être une identification d'ions).

3.2. Il prolonge les acquis du cours de Physique de collège

Nous avons déjà évoqué cette continuité entre le collège et le lycée au point 2.2. quand nous avons traité des objectifs généraux de la classe de Seconde dans le cadre de la réforme ; bien entendu, les Sciences Physiques s'inscrivent dans cette continuité comme cela est souligné à plusieurs reprises dans le préambule de notre programme⁶. À cet égard, il n'est sans doute pas inutile de rappeler que les programmes de collège ont été rénovés ces dernières années, le dernier, celui de la classe de Troisième à la rentrée 2008.

Nous renvoyons les collègues au BO n°6 du 26 août 2008 qui a publié ces programmes dont on retiendra quelques points importants :

- ✚ La notion de force n'est désormais plus traitée de façon générale ; un seul exemple de force est cité, le poids, qui reste une grandeur scalaire (l'aspect vectoriel disparaît) ;
- ✚ Comme au lycée, l'interface d'acquisition est citée en alternative à l'oscilloscope pour étudier les signaux électriques ; cependant, l'équipement très variable des collèges n'autorise pas à fonder des attentes particulières en ce domaine ;
- ✚ En Chimie, on introduit une distinction entre transformation chimique et réaction chimique dans le module « Des atomes pour comprendre la transformation chimique » ;
- ✚ Le programme de Troisième va plus loin que le précédent sur l'énergie en évoquant quelques formes sous lesquelles on la rencontre : énergie de position (d'un objet au voisinage de la Terre), énergie cinétique (d'un objet en mouvement), énergie chimique (dans la pile), etc. En relation avec la sécurité routière, l'expression de l'énergie cinétique ($E_c = \frac{1}{2} mv^2$) est fournie.

3.3. Il prend appui sur les connaissances et les compétences du socle commun

Les programmes de Sciences Physiques du collège interviennent dans l'ensemble des compétences du socle commun mais c'est dans la compétence 3 (les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique) que se trouvent l'essentiel des connaissances, des capacités et des attitudes travaillées.

Les compétences du socle commun comportent entre 2 et 6 *domaines* ; chaque domaine se compose d'un certain nombre d'*items*. La compétence 3 comprend 4 domaines qui sont :

- ✚ Pratiquer une démarche scientifique et technologique, résoudre des problèmes ;
- ✚ Savoir utiliser des connaissances et des compétences mathématiques ;
- ✚ Savoir utiliser des connaissances dans divers domaines scientifiques⁷ ;
- ✚ Mobiliser ses connaissances pour comprendre des questions liées à l'environnement et au développement durable.

Les professeurs de Seconde doivent donc connaître ce *socle commun* et travailler les compétences qui ne seraient pas maîtrisées des élèves dans une perspective de continuité.

Les élèves entrant au lycée disposeront⁸ d'un livret de compétences qui constitue un point d'appui essentiel pour la mise en place des premières séances d'accompagnement personnalisé (aspects aide et méthodologie).

⁶ Tout en s'inscrivant dans la continuité des acquis du collège et du socle commun... (in Modalités) ; dans la continuité du collège, la démarche d'investigation... (in La démarche scientifique)

⁷ Les « domaines scientifiques » sont : l'univers et la terre, la matière, le vivant, l'énergie, les objets techniques

⁸ Une attestation de maîtrise des compétences est expérimentée pour les élèves de Troisième au cours de cette année scolaire ; elle sera obligatoire pour l'obtention du Diplôme National du Brevet en juin 2011. La DGESCO a pour objectif de créer un livret électronique dans les toutes prochaines années, livret qui suivra l'élève tout au long de sa scolarité.

3.4. Il initie l'élève à la démarche scientifique

La science n'est pas faite de vérités révélées intangibles, mais de questionnements, de recherches et de réponses qui évoluent et s'enrichissent avec le temps. Initier l'élève à la démarche scientifique c'est le rendre capable de mettre en oeuvre un raisonnement pour identifier un problème, formuler des hypothèses, les confronter aux constats expérimentaux et exercer son esprit critique⁹.

Nous sommes là dans une continuité, tant vis-à-vis de ce que les élèves ont découvert au collège que dans ce que l'on faisait dans le cadre des anciens programmes.

Il ne faut pas confondre « démarche scientifique » et « démarche expérimentale ». La première citée est une méthode générale d'appréhension de la science qui comporte un certain nombre d'étapes (qu'il n'est d'ailleurs pas indispensable de proposer lors de chaque activité, ne serait-ce que pour une question de temps) ; citons-en les éléments essentiels :

- ✚ S'approprier, voire identifier, une problématique ;
- ✚ Formuler des hypothèses comme réponses possibles au problème posé ;
- ✚ Confronter ces hypothèses à des résultats d'expériences réalisées en classe ou effectuées en dehors de la classe et mis à disposition des élèves par différentes sources documentaires ;
- ✚ Répondre à la problématique en exerçant son esprit critique.

Cet après-midi, lors de *l'étude d'un exemple concret*, nous illustrerons cette démarche sur l'un des modules du programme.

3.5. Il offre l'occasion à l'élève d'élaborer et de mettre en oeuvre des protocoles

L'élève doit pouvoir élaborer et mettre en oeuvre un protocole comportant des expériences afin de vérifier ses hypothèses, faire les schématisations et les observations correspondantes, réaliser et analyser les mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée¹⁰.

Si la démarche scientifique peut être mise en oeuvre sans que les élèves manipulent les matériels des laboratoires de Physique et de Chimie, il est évident qu'elle doit, le plus souvent possible, déboucher sur une expérimentation des élèves à l'occasion de travaux pratiques pour lesquels le programme précise de façon explicite qu'elle est indissociable d'une pratique pédagogique en effectifs réduits.

La répartition de l'horaire alloué à la discipline (3 h élève) entre les séances en classe entière et les séances en groupes à effectif réduit étant laissée à l'initiative des établissements, la durée de la séance de travaux pratiques ne sera pas toujours la même ; si un pivot devrait logiquement s'établir à une heure trente (comme précédemment), on sait déjà que certains lycées ont fait le choix d'une séance de TP à une heure ; très rarement, elle sera de deux heures.

Il ne sera naturellement pas possible de mettre en place le même enseignement dans les différents cas de figure. Si, dans tous les cas, la mise en oeuvre de protocoles restera possible (à quelques séances près comme *réaliser la synthèse d'une molécule et son identification*, par exemple), en revanche, il semble illusoire de faire *élaborer un protocole* par les élèves si la séance de TP est inférieure à une heure et demie. Dans ce cas particulier, l'inspection pédagogique régionale ne saurait tenir rigueur à un professeur qui se contenterait de satisfaire la compétence *suivre un protocole*.

Dans le même ordre d'idée, nous ne saurions reprocher à un professeur de transformer certains travaux pratiques en travaux dirigés dans les cas où les protocoles envisagés seraient trop lourds pour loger dans le temps imparti (une heure) et si aucune alternative n'était envisageable. Les différents scénarios liés à la durée de la séance de travaux pratiques seront parcourus cet après-midi lors de *l'étude d'un exemple concret*.

⁹ In « La démarche scientifique », préambule du programme de Sciences Physiques

¹⁰ In « L'approche expérimentale », préambule du programme de Sciences Physiques

3.6. Il intègre l'histoire de la construction de la connaissance scientifique

"L'histoire des sciences connaît aujourd'hui, à l'étranger comme en France, un développement considérable et suscite un intérêt croissant. Cela tient sans nul doute à ce que, vivant dans un monde à dominante scientifique et technique, nous nous interrogeons de plus en plus sur sa formation et sur son récent avènement, parfois même sur sa légitimité. Or ni les fluctuations politiques ou militaires ni même l'économie, seules, ne suffisent à expliquer comment nos manières de vivre contemporaines ont fini par s'installer : il faut une histoire des sciences et des techniques."

(Michel Serres, *Éléments d'histoire des sciences*)

L'histoire des sciences est une mine particulièrement riche car elle permet de visualiser des tâtonnements, des cheminements, des erreurs, le rôle des préjugés idéologiques, l'importance d'un vocabulaire précis, le poids des bonnes notations, des symboles, mais aussi la fulgurance de certaines intuitions, la force comprimée de certaines démonstrations livrées telles quelles, la beauté de synthèses puissantes. On peut y suivre la difficile germination des concepts les plus simples, ceux que précisément l'on trouve au début de toute théorisation scientifique : énergie, entropie, chaleur, équilibre chimique, vitesse et accélération, opérateurs mathématiques gradient, divergent, etc. L'histoire des sciences est pédagogiquement très riche comme mémoire des difficultés ; elle est utile dans l'exposé de certaines parties de la science, tout comme elle l'est pour comprendre le monde dans lequel nous évoluons aujourd'hui¹¹.

Dans son préambule, le nouveau programme de Sciences Physiques souligne l'intérêt d'une mise en perspective historique de la connaissance scientifique ; les exemples ne sont pas nouveaux et de la *démarche de Mendeleïev pour établir sa classification* aux modèles successifs de l'Univers en passant par les dispositifs de mesure du temps qui ont conduit à faire de cette grandeur physique celle qui est aujourd'hui mesurable avec la plus grande précision, le professeur de Sciences Physiques n'a que l'embarras du choix pour prendre ses exemples et les développer.

3.7. Il est en lien avec d'autres disciplines

Nous avons déjà souligné que les Sciences Physiques (comme les autres disciplines) contribuent à l'ensemble des compétences du socle commun en collège ; il va sans dire que le travail amorcé dans le premier cycle reste valide dans le second : aide à la maîtrise du français par les exigences affichées lors d'un compte rendu, travail interdisciplinaire lors d'une démarche de projet qui convoque des champs disciplinaires variés pour le rendre explicite, sans oublier les mathématiques qui sont un passage obligé pour la modélisation des lois et pour la Physique quantitative.

Dans un document co-signé par les inspections de Mathématiques et de Sciences Physiques¹², nous écrivons : *les Sciences expérimentales, et tout particulièrement les Sciences physiques et chimiques, ont besoin de l'outil mathématique au moment où il leur faut traiter les valeurs numériques acquises lors des expériences : analyses statistiques, mises en graphique, recherche d'un modèle, etc.*

Un peu plus loin : *Les lois physiques qui rendent compte des phénomènes naturels observés ou celles qui régissent les dispositifs conçus par l'homme sont exprimées à l'aide de relations mathématiques. De la simple proportionnalité (loi de Hooke pour un matériau élastique, réponse d'un conducteur ohmique à un champ électrique) aux opérations sur les tenseurs d'ordre n (tenseur piézoélectrique d'ordre 3, tenseur d'élasticité d'ordre 4) ; des combinaisons linéaires (principe de superposition, états*

¹¹ Ce paragraphe est extrait d'une publication académique « Histoire des Sciences » téléchargeable sur le site académique à l'adresse : <http://www.ac-orleans-tours.fr/physique/doccol/hist/index.htm>

¹² « Progressions concertées Mathématiques – Sciences Physiques » (2005) téléchargeable sur le site académique à l'adresse : <http://www.ac-orleans-tours.fr/physique/phymathsvt/index2.htm>

hybrides en mécanique quantique) au calcul différentiel (études aux limites, grandeurs cinématiques) ou intégral (lissage électrique, passage des équations locales de champ aux expressions macroscopiques); des opérations élémentaires à l'algèbre matricielle : la Physique théorique se nourrit des Mathématiques.

Et enfin : Nos deux disciplines se sont construites en s'enrichissant mutuellement. Et l'on comprend pourquoi la plupart des grands mathématiciens (Descartes, Newton, Gauss, Maxwell, Einstein) étaient aussi de grands physiciens ou l'inverse !

C'est parce que les postulats mathématiques sont en bon accord avec l'expérience que les mathématiques ont servi de guide aux Sciences Physiques. C'est parce que les Sciences Physiques indiquent quelles sont les mathématiques applicables à la réalité que les mathématiques déductives et abstraites restent profondément ancrées aux sciences expérimentales.

Les rapports privilégiés que les Sciences Physiques entretiennent avec les Mathématiques justifient pleinement que les professeurs enseignant les deux disciplines recherchent la cohérence dans leurs approches quand ils abordent un objet commun, une harmonisation dans les notations utilisées, voire un traitement simultané ou, *a minima*, concerté.

4. ENSEIGNEMENT DES SCIENCES PHYSIQUES EN CLASSE DE SECONDE

4.1. Des cours, des activités pratiques ou documentaires en lien avec le thème étudié

L'enseignement des Sciences Physiques en classe de Seconde vise trois objectifs :

- ✚ Donner une culture générale à des élèves qui n'étudieront plus cette discipline après la Seconde et la Première. Cette culture générale est naturellement tout aussi importante pour les futurs scientifiques.
- ✚ Donner des outils intellectuels et développer des savoir-faire, notamment pour des élèves qui seront des utilisateurs de méthodes scientifiques.
- ✚ Mettre en évidence les méthodes propres aux Sciences Physiques : modélisation, notamment mathématique, analyse fine de résultats, détermination d'ordres de grandeur, critique de protocole, etc.

Ces trois objectifs ne sont pas disjoints et doivent pouvoir se superposer.

Par exemple, le professeur devra montrer que la connaissance de la structure de l'atome est nécessaire pour fabriquer des médicaments ou porter des diagnostics.

Pour les élèves qui ne poursuivront pas des études scientifiques, il est essentiel de savoir que la matière est composée d'atomes dont l'ordre de grandeur est le nm. Des lois ont été établies au 19^{ème} et au début du 20^{ème} siècle permettant de savoir comment se combinent les atomes. Cette connaissance a permis des progrès phénoménaux, notamment dans les domaines de la santé. Dans notre vie quotidienne, on est amené à manipuler des produits chimiques et à respecter des règles de sécurité (Premier objectif).

Pour les élèves qui poursuivront en cycle court, on peut mettre le programme en lien avec les filières dans lesquelles ils s'inscriront : STL, STI, ST2S ou S. Des techniques (intellectuelles et de savoir-faire) propres permettent de synthétiser ou d'analyser des produits. (Deuxième objectif).

Dès la classe de seconde, on pourra montrer que le chimiste a besoin de théories élaborées pour quantifier les réactifs nécessaires pour synthétiser un produit, choisir le protocole approprié, et vérifier que le résultat obtenu est conforme à celui qui est attendu (Troisième objectif)

L'exemple donné à propos de l'atome ne signifie pas que le professeur doit dispenser un cours à triple niveau. En revanche, il doit permettre de se poser les questions suivantes :

- ✚ A quel type d'élèves est destiné mon enseignement ?
- ✚ Quel est le dosage que j'opère entre les trois approches ?
- ✚ Comment évaluer les élèves ?
- ✚ Que signifient les notes obtenues par les élèves ? En quoi aident-elles à l'orientation ?

Enfin, on veillera à ce que les activités documentaires et les travaux pratiques s'insèrent dans l'un des trois thèmes qui serviront de fil rouge tout au long de l'année. Il faut s'écarter d'une présentation en chapitres qui ne fait sens que pour le professeur qui possède une vue globale du programme : structure de l'atome, molécules, quantité de matière, transformation chimique.

La présentation suivante est certainement à privilégier :

Étude de l'étiquette d'une aspirine, forme de la molécule, principes actifs, production, synthèse.

- ✚ Quelles sont les liaisons au sein de la molécule ?
- ✚ Peut-on prévoir la façon dont les atomes se lient ?
- ✚ Qu'est-ce qui différencie un atome d'un autre ?
- ✚ Pourquoi le médicament doit-il être soluble dans l'eau ?
- ✚ Comment rendre soluble une molécule ?
- ✚ Est-ce qu'une molécule possédant les mêmes atomes a les mêmes « pouvoirs » ?
- ✚ Comment nommer, différencier les molécules ?

4.2. Des concepts, des lois et des modèles à faire émerger du cours

Un programme de sciences physiques ne peut se résumer à de simples concepts. Cependant, cet exercice de recensement doit permettre de dégager rapidement les grandes idées que l'on veut aborder. Ces idées sont à mettre en regard avec le socle et les futurs programmes des classes de premières scientifique et technologiques.

Concepts clés en chimie :

En chimie : la matière est constituée d'atomes. Ces atomes, dont **l'ordre de grandeur** est le nanomètre, sont composés **d'électrons** et d'un noyau composé de **neutrons** et de **protons**. Il existe 92 **éléments** naturels caractérisés par le nombre de protons du noyau. Les électrons se répartissent, dans le **modèle** étudié en classe de seconde, sous la forme de **couches**. Les électrons de la couche extérieure peuvent se combiner à d'autres atomes et former ainsi des **molécules**. Certaines **propriétés des éléments chimiques** se justifient à partir de la structure électronique externe.

La connaissance des propriétés des atomes permet de **synthétiser** des molécules identiques à celles que l'on trouve dans la nature ou bien de nouvelles. La connaissance des propriétés des atomes permet **d'analyser** un échantillon. Synthèse et analyse sont les deux grandes branches de la chimie. Ces techniques sont omniprésentes autour de nous. Plus de 95 % des molécules sont organiques. Ces molécules ont des propriétés liées à des enchaînements d'atomes que l'on classe en **familles**. La connaissance de ces familles permet d'analyser un produit ou de synthétiser des molécules.

La matière est sujette à **transformation au niveau atomique**. Ces réarrangements de matière peuvent être modélisés par une **réaction chimique**. La matière se réarrange au niveau de l'atome ce qui nécessite d'introduire la notion de **quantité de matière**.

CHIMIE		
Seconde	collège	Quoi de plus
Le modèle de l'atome : électron + noyau (protons neutrons)	Atome et molécule	Structure du noyau
La structure de l'atome et les liaisons qu'il peut former	Molécule	Règles du duet et de l'octet
Le tableau périodique des éléments	Pas vu	Nouveau
Les solutions : définition, quantification.	Ion en solution	Concentration
La quantité de matière	Pas vue	Nouveau
Naturel et synthétique	Vu en collège	Réinvestissement
Techniques chimiques d'extraction, de synthèse, de caractérisation	Certaines techniques vues au collège	Réinvestissement, prolongement
La transformation chimique	Vue	Réinvestissement, quantification
La modélisation de la transformation chimique	Vue	Prolongement, quantification
Les fonctions organiques	Pas vues	Nouveau

Concepts clés en physique.

Il existe différents types **d'ondes**. On caractérise une onde par son **type**, sa **fréquence** (si elle est périodique), son **amplitude**, sa **vitesse**. Les ondes peuvent se **réfléchir**, se **réfracter**. Le phénomène de réfraction dépend du type d'onde et de sa fréquence. Il peut **caractériser** un matériau. La **lumière visible** est composée d'ondes de différentes fréquences (ou longueurs d'onde). Un corps chauffé émet de la lumière **caractéristique de sa température et de sa composition**. L'analyse de cette lumière donne des renseignements sur la composition des étoiles, leur température.

Dans un référentiel **galiléen**, le **centre d'inertie** d'un solide indéformable est en mouvement **rectiligne uniforme** si la somme des **forces** qui s'exerce sur le solide est nulle. Dans le cas contraire, le centre d'inertie du solide ne possède pas un mouvement rectiligne uniforme.

L'univers est structuré de **l'atome** (échelle nanomètre) aux **galaxies** (échelle centaine de milliers d'al). Notre système solaire est structuré en planètes, autour d'une étoile. Ces planètes peuvent posséder des satellites. Cette structure semble être fréquente dans la galaxie. Les **forces de gravitation** rendent compte de la dynamique des systèmes solaires comme de la galaxie.

Il existe différentes techniques pour **mesurer le temps**. Elles sont basées sur le repérage et le comptage de phénomènes périodiques et réguliers. C'est la grandeur physique qui se mesure avec le plus de précision.

La **pression** est une grandeur macroscopique. Elle peut être interprétée à l'aide du **modèle de l'atome**. La pression est un facteur qui joue sur la **solubilité des gaz** ou les températures de changement d'état d'un corps pur. Dans un gaz, on peut construire un modèle (**modèle du gaz parfait**) reliant : la pression, la température, le volume et la quantité de matière.

PHYSIQUE		
Seconde	Collège	Quoi de plus
Caractéristiques d'une onde : type, période, propriétés, mesures	Fréquence, période	Les ondes et leurs propriétés
Caractérisation d'un mouvement dans un référentiel	Pas vu	Tout
Mesure du temps : étalon, histoire, dispositifs de mesure	Chronomètre	Précision, dispositifs hors chronomètre
Forces et principe d'inertie	Force de gravité (poids)	Lien force et mouvement, référentiel
Pression ; interprétation de la pression à l'aide du modèle atomique	Mesures de pression	Interprétation microscopique
Les échelles de l'univers	Pas d'étude particulière	Ordres de grandeur
Les propriétés de la lumière : spectres, longueur d'onde, réfraction.	Propagation de la lumière en ligne droite	Spectres, réflexion et réfraction
La gravitation universelle, la pesanteur	Phénomène de gravité, poids et masse, énoncé de la loi d'interaction gravitationnelle	Application du principe d'inertie
Loi des GP, échelle de température	Pas vue	Loi et construction de modèle

4.3. Des compétences à construire et à évaluer

L'enseignement des Sciences Physiques apporte des connaissances et développe des compétences. Si peu d'élèves de Seconde utiliseront les techniques propres aux Sciences Physiques dans leur vie professionnelle, citoyenne ou privée, des compétences transférables sont développées dans la continuité du collège. Dans la continuité du socle, lorsque l'on prépare une séance de cours ou une séance de TP, il convient de s'interroger sur une ou deux compétences que l'on va faire plus particulièrement travailler.

En cours, il peut s'agir de l'analyse d'un document, l'analyse de résultats, le traitement de données. En séance de TP, le panel est beaucoup plus grand et touche à toutes les compétences expérimentales.

Dans la continuité du collège, il convient de ne pas se borner à des tâches simples : utiliser un appareil de mesure, suivre un protocole, prélever un mot dans un texte. On cherchera en lycée à progressivement former les élèves à

- ✚ Proposer un protocole ;
- ✚ Vérifier une proposition ;
- ✚ Organiser des résultats ;
- ✚ Prévoir un ordre de grandeur ;
- ✚ Vérifier un modèle ;
- ✚ Etc.

Ces compétences pourront être évaluées ponctuellement, en devoir sur table ou régulièrement, notamment lors de séances de TP où une ou deux compétences peuvent être évaluées.

4.4. Qu'attend-on d'un élève en fin de Seconde ?

La classe de Seconde est une classe de détermination. La réforme vise à réduire les redoublements et les réorientations. Il faut donc, tout à la fois, dispenser un enseignement qui donne à voir ce que signifie « étudier dans un domaine scientifique » et donner une culture générale à des élèves ne poursuivant pas en sciences. Il faut se garder d'orienter les élèves par défaut : l'évaluation doit rendre compte des acquis des élèves dans les domaines relatifs aux trois objectifs affichés (voir 5.1.). C'est à la lumière de sa réussite dans les trois champs différents que l'élève pourra fonder son choix d'orientation, voire solliciter un accompagnement particulier en tant que de besoin.

On veillera ainsi à s'assurer :

- ✚ Que tous les élèves possèdent une culture générale de base et perçoivent l'omniprésence des sciences dans notre environnement. En termes de compétences, on cherchera à ce que les élèves soient capables de lire et d'interpréter des données, de critiquer un article à caractère scientifique, etc.
- ✚ Au-delà, pour les élèves s'orientant en première technologique, on s'assurera qu'ils savent appliquer les principes étudiés de Physique et de Chimie, qu'ils possèdent quelques ordres de grandeur, qu'ils soient capables de construire une courbe à partir de mesures.
- ✚ Pour les futurs élèves de Première scientifique, il convient d'insister sur la modélisation (notion de modèle, limite d'un modèle, calculs mathématiques), l'analyse et la critique de résultats, les calculs formels et ceux menés à l'aide de la calculatrice.

5. L'APPROCHE PAR COMPETENCES

5.1. Présentation du concept et de son intérêt

L'approche par compétences est le résultat de réflexions et de travaux successifs. En effet, c'est à partir de 1996 (le Livre blanc) et de la stratégie dite de Lisbonne qu'est mise en avant la nécessité de promouvoir une société de l'apprentissage et de la connaissance. La notion de compétence est alors placée au premier plan de la stratégie européenne. Les différents conseils européens suivants (Stockholm, Barcelone) confirment ces orientations et débouchent sur la proposition des « compétences clés pour l'éducation et la formation tout au long de la vie ». Elles sont alors au nombre de huit.

En France, cette orientation aboutit à voter la loi d'orientation et de programmation pour l'avenir de l'école (avril 2005) qui précise ce que nul n'est censé ignorer à la fin de la scolarité obligatoire, en ces termes : « *la scolarité obligatoire doit au moins garantir à chaque élève les moyens nécessaires à l'acquisition d'un socle commun constitué d'un ensemble de connaissances et de compétences qu'il est indispensable de maîtriser pour accomplir avec succès sa scolarité, poursuivre sa formation, construire son avenir personnel et professionnel et réussir sa vie en société* ». Cet objectif s'est concrétisé dans le décret n°2006-830 du 11 juillet 2006 définissant le socle commun de connaissances et de compétences.

Il est nécessaire ici de définir ce que l'on entend par compétence, au sens du socle commun : un ensemble de capacités (aptitudes) et d'attitudes nécessaires à l'articulation de connaissances indispensables à une situation donnée.

Afin d'attester de l'acquisition de ces compétences, trois paliers ont été définis au cours de la scolarité de l'élève : CE₁, CM₁ et en fin de scolarité obligatoire.

La validation des compétences est intégrée au DNB en 2010, pour les compétences du B2I et le niveau A2 en langue, et toutes les compétences du socle devront être validées lors de la session 2011.

Le socle commun de connaissances et de compétences se décline en sept compétences. Toutes les disciplines sont amenées à attester de l'ensemble de ces sept compétences bien que certaines font apparaître un caractère plus disciplinaire (compétences 1, 2, 3, 4) alors que d'autres ont un caractère transversal nettement marqué comme les compétences 5, 6 et 7 :

1. la maîtrise de la langue française,
2. la pratique d'une langue vivante étrangère,
3. Les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technologique,
4. la culture humaniste,
5. la maîtrise des TIC,
6. les compétences sociales et civiques,
7. l'autonomie et l'initiative.

L'approche par compétences permet de donner davantage de sens à l'enseignement des sciences physiques par une approche plus concrète pour les élèves. Il est nécessaire par ailleurs de valoriser ces compétences en en tenant compte dans l'évaluation des résultats des élèves. Cela modifie la préparation et la mise en œuvre des cours mais le contenu des préparations antérieures peut s'intégrer aisément à cette démarche.

5.2. Aperçu de ce qui a été fait au collège en sciences physiques

Un groupe d'une dizaine de formateurs a produit et expérimenté un assez grand nombre d'activités et d'évaluations qui permettent à chacun de disposer de nombreux exemples quant aux capacités mises en œuvre au cours de la pratique d'une démarche scientifique. Ces productions sont téléchargeables sur le site académique à l'adresse suivante :

<http://physique.ac-orleans-tours.fr/php5/site/phyprof/evalcomp/index.htm>

Au cours des deux dernières années tous les professeurs de collège de l'académie ont participé à un stage d'une journée permettant à chacun de prendre en considération l'intérêt d'une approche par compétences et de faciliter l'utilisation progressive mais résolue de cette approche dans leur enseignement. Les préconisations étaient alors formulées de la façon suivante :

- Lors d'une séance de cours ou de TP, il convient de s'interroger sur une ou deux compétences que l'on va faire plus particulièrement travailler.
- Une ou deux compétences peuvent être évaluées à chaque activité, contrôle ou lors de séances de TP. Cela permet un suivi régulier dans l'acquisition des compétences.

5.3. La grille des capacités « démarche scientifique »

Une grille a été créée, tentant de définir de façon précise mais non exhaustive les différentes capacités mises en œuvre lors de la pratique d'une démarche scientifique.

- Elle cible les compétences à travailler, définit ce qu'un élève doit maîtriser à la fin de sa scolarité au collège.
- Elle permet à l'élève de s'auto-évaluer (à l'image de ce qui est pratiqué dans le portfolio des langues) et de percevoir ses évolutions.
- Elle est un outil pour le professeur, lui permettant d'avoir une analyse plus fine des capacités d'un élève et de la classe.
- Elle est une aide à la remédiation et à la diversification pédagogique.

La grille utilisée au collège adopte une structure commune aux documents d'évaluation des autres disciplines scientifiques de la compétence 3. En effet, l'attestation de la maîtrise du socle induit une **démarche collégiale** de l'équipe éducative : différents professeurs sont en effet concernés par la validation de chaque compétence.

Par ailleurs, la pratique d'une démarche scientifique s'inscrit dans la résolution d'une tâche plus complexe prenant sens dans la résolution d'un problème de la vie quotidienne. C'est ce que mettent en évidence les résultats de l'enquête PISA : les élèves français réussissent très correctement les tâches simples mais éprouvent des difficultés lorsqu'il s'agit d'effectuer une tâche dite complexe, surtout si le contexte n'est pas clairement identifié.

Il semble important de préciser la notion de tâche complexe. On adoptera ici la définition suivante : c'est une tâche qui mêle plusieurs compétences que l'élève doit identifier et mobiliser et qui prend appui sur une situation hors du champ de l'apprentissage (on parle alors de situation décontextualisée). Celle-ci consiste à placer l'élève dans une situation issue du monde qui l'entoure, source de motivation et d'implication dans sa recherche. L'objectif final est décrit mais les procédures pour y aboutir ne sont pas imposées. En d'autres termes, on précise à l'élève ce qu'il doit faire et produire, de façon ouverte, mais sans lui dire comment s'y prendre, ni lui imposer de procédures de résolution. Des jokers de connaissances ou de savoir-faire peuvent permettre à l'élève de surmonter un blocage et de poursuivre la résolution de la tâche. Grâce à ce type d'activité, différentes capacités sont travaillées :

- saisir les informations utiles afin de formuler le problème
- réaliser ou mesurer afin d'éprouver les hypothèses formulées
- raisonner, faire preuve d'esprit critique sur les résultats obtenus
- présenter ses résultats permettant de valider ou d'invalidier les hypothèses initiales.

Une tâche complexe ne veut pas dire une tâche compliquée, au contraire, elle peut être un levier pour une réelle activité des élèves, davantage motivés et leur permettant de réelles prises d'initiatives. Elle laisse une place plus importante à l'autonomie.

D'ici la fin de l'année, un ensemble de tâches complexes expérimentées et commentées sera mis en ligne sur le site académique ainsi que des activités montrant la contribution des sciences physiques aux autres compétences du socle.

7.4. La mise en œuvre des compétences au lycée

Dans les nouveaux programmes de seconde, la référence à l'approche par compétences apparaît d'une part dans le préambule en mentionnant la continuité nécessaire et existante entre le collège et le lycée, par le biais du socle commun qui valide la fin de la scolarité obligatoire, mais également dans l'écriture même des programmes faisant apparaître explicitement les capacités pouvant être développées dans le contenu des thèmes abordés. Cependant, il faut noter que cette approche a déjà été mise en œuvre dans les programmes de 2001, essentiellement lors de séances de travaux pratiques avec des outils tels que la grille de suivi des capacités expérimentales ou encore la prise en compte des compétences transversales (maîtrise de la langue et utilisation des outils mathématiques). De même, en classe de première, l'évaluation des TPE porte essentiellement sur les compétences acquises par les élèves. On peut donc dire que les professeurs de lycée ont déjà pu appréhender le travail et l'évaluation par compétences dans certains domaines.

7.5. Identification des capacités dans des exercices fournis, la continuité collège-lycée

En observant la grille des capacités expérimentales utilisée en classe de seconde et la grille développée en collège sur la pratique d'une démarche expérimentale, on retrouve bien les quatre grandes parties de cette dernière (saisir des informations, expérimenter, raisonner et communiquer). La continuité entre collège et lycée n'en est que renforcée ; ainsi au collège, demander à un élève de remettre dans l'ordre les étapes d'un protocole proposé est de même nature qu'inviter un élève de seconde à identifier, à partir d'un schéma illustrant le chauffage à reflux, les erreurs commises.

7.6. Les compétences dans les activités expérimentales

Bon nombre de sujets de TP « classiques » de seconde comportent souvent un suivi de protocole comme par exemple la réalisation de solutions de concentrations connues, leur dilution et la comparaison à une échelle des teintes. Cela ne permet pas à élève de prendre des initiatives et limite les compétences mises en jeu. L'élaboration d'une version de type tâche complexe permet de donner plus de sens à la réflexion et à la manipulation des élèves en leur proposant un objectif à atteindre de façon autonome plutôt qu'une succession de tâches simples.

Par cette approche l'élève est amené à interpréter ses résultats pour valider ou invalider ses hypothèses. La comparaison des protocoles proposés par les différents groupes et de leurs résultats expérimentaux apporte plus de richesse au travail de classe et contribue à développer l'esprit critique.

7.7. Les compétences dans un devoir

L'approche par compétences mise en œuvre au cours des activités doit donner lieu à une évaluation ciblée de celles-ci aussi bien dans les séances expérimentales que dans les contrôles. Il s'agit de trouver un équilibre entre l'évaluation des connaissances et des compétences ; il peut être intéressant de proposer dans ce cadre, une situation décontextualisée afin de tester l'acquisition de compétences développées au cours des chapitres.

7.8. Les préconisations

Il est nécessaire de se donner des objectifs raisonnables que l'on peut atteindre. Aussi les préconisations à transmettre à l'ensemble des collègues de lycée, à la suite de ce stage sont :

- Dans la continuité du socle, lorsque l'on prépare une séance de cours ou une séance de TP, il convient de s'interroger sur une ou deux compétences que l'on va faire plus particulièrement travailler.
- Ces compétences pourront être évaluées ponctuellement, en devoir sur table ou régulièrement, notamment lors de séances de TP où une ou deux compétences peuvent être évaluées.

Ce sont les mêmes préconisations que celles qui ont été données au collège. Les inspections ont montré qu'elles étaient en général mises en œuvre à ce niveau, donc que l'objectif est réaliste et transposable au lycée afin d'assurer la continuité des apprentissages.

LES ENSEIGNEMENTS D'EXPLORATION

1. PRESENTATION DES ENSEIGNEMENTS D'EXPLORATION

1.1. Statut des enseignements d'exploration dans le cadre de la réforme du lycée

Les enseignements d'exploration sont l'un des éléments destinés à conférer à la classe de Seconde un statut de classe de détermination. L'article 4 de l'arrêté du 27 janvier 2010 relatif à l'organisation et aux horaires de la classe de Seconde précise que *les enseignements d'exploration visent à faire découvrir aux élèves des enseignements caractéristiques des séries qu'ils seront amenés à choisir à l'issue de la classe de Seconde générale et technologique, ainsi que les études supérieures auxquelles ces séries peuvent conduire*. Cette phrase pourrait être interprétée comme l'affirmation d'un lien entre le choix d'un enseignement d'exploration et le projet de suivre une série de formation générale ou technologique donnée ; bien entendu, il n'est pas question d'interdire à un élève ayant un projet précis en tête de choisir un enseignement d'exploration *caractéristique* de ce projet de formation. Mais, ce lien ne doit pas être érigé en principe ; le même article affirme en effet : *leur suivi (des EDE) ne conditionne en rien l'accès à un parcours particulier du cycle terminal*.

Nous avons vu, lors de la présentation *des objectifs de la classe de Seconde dans le cadre de la réforme du lycée*, les différents choix que pouvaient faire les élèves : nous ne les reprendrons pas. En revanche, nous nous attarderons sur quelques éléments communs aux enseignements d'exploration et que l'on retrouvera dans les deux qui concernent les Sciences Physiques et qui nous occuperont aujourd'hui : méthodes et pratiques scientifiques (MPS) et sciences et laboratoire (SL).

Mais, auparavant, relevons que l'enseignement est décliné de façon thématique : ce qui a été dit concernant cette approche de la science reste donc d'actualité (motivation, emprise sur le réel, etc.).

- ✚ Les thèmes proposés sont plus nombreux que nécessaire : les professeurs doivent donc faire un choix qui mérite d'être mis en rapport avec la situation locale (projet d'établissement ou de classe, équipement, environnement, etc.), les goûts et les connaissances des enseignants et ceux des élèves qu'il n'est pas aberrant d'associer à ce choix ;
- ✚ Les méthodes pédagogiques préconisées orientent nettement les professeurs à mettre en place une démarche de projet au sein de laquelle l'élève est *mis en situation* ;
- ✚ Les élèves qui choisissent un enseignement d'exploration donné, d'une classe à une autre, d'un établissement à un autre, n'étudieront donc pas les mêmes thèmes : on ne peut donc pas définir des attendus en termes de connaissances ; en revanche, quel que soit le thème traité, les élèves doivent acquérir des compétences propres aux objectifs de l'enseignement d'exploration considéré.

Reprenons maintenant ces trois points en les détaillant.

1.2. Des ouvertures sur les applications, les métiers, l'environnement local

Les Sciences Physiques sont souvent jugées abstraites et déconnectées du monde ordinaire par les élèves qui n'ont souvent pas le recul nécessaire pour relier un cours sur les ondes et des objets tels que le GPS. Il appartient au professeur de construire son enseignement en prenant en compte les applications de la Physique et de la Chimie et de réaliser ces connexions entre le *laboratoire du lycée* et le *monde qui nous entoure*.

De même, les Sciences Physiques interviennent dans de nombreux métiers, laboratoires, recherches pour lesquels la visibilité des élèves est souvent très faible ; en introduisant la dimension « métier » dans son enseignement, le professeur peut, non seulement ouvrir l'esprit des élèves et satisfaire des curiosités, mais aussi parfois susciter des vocations.

En s'appuyant sur l'environnement local, l'allusion peut se concrétiser par une visite de laboratoire, une enquête de terrain, un exposé d'ingénieur invité au lycée, etc.

Le fait que les professeurs peuvent faire des choix dans les thèmes traités est à cet égard une chance qu'il convient de saisir surtout si un partenariat existe déjà entre le lycée et une composante du tissu industriel local : entreprise, laboratoire, école d'ingénieur, etc.

1.3. Une démarche de projet : de l'initiative laissée aux élèves, des problématiques, etc.

Les deux enseignements d'exploration qui concernent les Sciences Physiques affirment en effet, dans leurs préambules, que la démarche de projet doit être au centre des méthodes pédagogiques mises en œuvre : quelles en sont les raisons ?

- ✚ Tout d'abord, dans MPS comme dans SL, les objectifs affichés visent à faire découvrir aux élèves des méthodes de travail propres aux sciences et à construire des compétences qui leur seront utiles, tant dans le cadre d'une poursuite d'études scientifiques, que tout au long de leur vie ; il est donc important que les élèves découvrent par eux-mêmes, tâtonnent, etc.
- ✚ Ensuite, parce que, dans l'un comme dans l'autre, la pratique de la démarche scientifique est première pour résoudre les problématiques qui sont posées ; or la démarche scientifique intègre obligatoirement des temps de formulation d'hypothèses, d'élaboration de protocoles ou d'analyse critique de résultats, de dispositifs, etc.

Mais qu'est-ce qu'une démarche de projet ?

Citons un extrait du programme de l'enseignement d'exploration *Sciences et Laboratoire : le projet est défini comme un ensemble cohérent d'activités menées par un groupe d'élèves et se rapportant à un objet, une question, un objectif donné de façon à contribuer à la mise en œuvre des capacités et au renforcement des compétences visées*. Livrons-nous à une analyse de cette définition.

- ✚ Un ensemble cohérent d'activités : il s'agit bien de confier aux élèves des activités variées mais contribuant toutes au même centre d'intérêt ;
- ✚ ... menées par un groupe d'élèves : comme pour les TPE, le travail est pris en charge par un groupe d'élèves et non par des individus isolés, la taille du groupe dépendant du volume et de la complexité du travail attendu ;
- ✚ ... se rapportant à un objet, une question, un objectif : l'objet d'étude du projet peut être très varié et peut aller d'une question posée (ou que le groupe se pose) à un objectif fixé qu'il s'agit d'atteindre (défi) ;
- ✚ ... contribuer à la mise en œuvre des capacités et des compétences visées : c'est l'enseignant qui détermine les compétences à construire (ou le BO qui les fixe pour chaque EDE) et qui doit veiller à ce que les activités des élèves conduisent à les travailler.

Ainsi, tout comme dans les TPE, les élèves ne sont pas livrés à eux-mêmes mais encadrés (c'est le sens de la lettre « E » de TPE) par les enseignants. À cet égard, il n'est sans doute pas inutile de citer quelques précautions d'emploi des TPE. Relisons Raoul PANTANELLA : *les lycéens de première et de terminale ne peuvent être considérés comme des étudiants et encore moins comme des chercheurs. Ils sont en apprentissage d'autonomie intellectuelle ; les TPE ne sont qu'une phase d'initiation à la recherche. Il est très important de ne pas les en dégoûter par des attentes immodérées*¹³.

Et ce qui est vrai en première l'est encore plus pour la classe de Seconde !

Cela dit, nous pouvons poursuivre la comparaison avec les TPE pour identifier les différentes phases qui pourront, toutes ou en partie, être convoquées par les enseignements d'exploration :

- ✚ Choix d'un objet d'étude par un groupe d'élèves ;
- ✚ Identification d'une problématique ;
- ✚ Recherches documentaires, de protocoles ;
- ✚ Mises en œuvre expérimentales ;
- ✚ Communication des résultats sous des formes variées.

¹³ In Les TPE, vers une autre pédagogie – Raoul PANTANELLA – Repères pour Agir – CRDP d'Amiens

1.4. Une évaluation à dominante formative : « TPE », suivi de compétences, etc.

Nous avons déjà souligné que les thèmes traités étaient ceux choisis par les enseignants, les attendus en termes d'acquis des élèves ne pourront que très rarement être appuyés sur des connaissances, ces dernières n'étant pas, par nature, les mêmes d'un thème à l'autre. En revanche, quel que soit le thème abordé, les démarches seront toujours convergentes et les acquis porteront sur des capacités et des attitudes, c'est-à-dire, plus généralement sur des compétences dont celles liées à :

- ✚ La démarche scientifique ;
- ✚ La pratique expérimentale ;
- ✚ La recherche et l'analyse documentaire ;
- ✚ L'utilisation des TICE ;
- ✚ La communication.

La note semble peu efficace pour mesurer la maîtrise de ces compétences (voir le travail effectué sur le socle commun en collège). Par ailleurs, comme il n'y a pas de lien obligé entre un enseignement d'exploration particulier et une série de Première donnée, l'évaluation sommative a peu d'intérêt en la matière. En revanche, l'évaluation formative, qui renseigne professeur et élève sur les domaines maîtrisés et ceux qui ne le sont pas, apparaît essentielle dans le cadre d'une aide à l'orientation.

Deux méthodologies d'évaluation semblent devoir retenir l'attention :

- ✚ L'évaluation des compétences au sens du socle commun : lors de la première journée de stage, nous avons présenté l'approche par compétences et, tout particulièrement, les outils permettant de suivre les différentes capacités liées à la compétence *Pratiquer une démarche scientifique* ; nous reviendrons sur ces outils cet après-midi lors des ateliers ;
- ✚ L'évaluation mise en œuvre en Première pour les TPE : structurée en 3 parties (démarche personnelle et investissement de l'élève, réponse à la problématique, présentation orale du projet), elle couvre bien les compétences évoquées ci-dessus ; il reste sans doute à l'adapter aux caractéristiques particulières des enseignements d'exploration.

Un outil d'évaluation formative peut encore être amélioré : sans vouloir jargonner, rappelons que si l'on indique aux élèves les critères de réussite qui sont attachés à une tâche donnée, alors on parle d'évaluation formatrice. Cette évolution peut être intéressante si l'on confie aux élèves eux-mêmes, au moins pour partie, la charge de s'auto-évaluer. Dans tous les cas, cela nécessite une pédagogie de contrat dans laquelle le professeur affiche clairement ses objectifs en précisant : *au terme de cette activité, de ce thème, de cette période d'enseignement, etc. vous serez capable de ...*

2. METHODES ET PRATIQUES SCIENTIFIQUES

2.1. Une démarche pour trois disciplines

S'il apparaît assez facile, pour chaque thème, et à l'intérieur de chaque thème pour chaque entrée, d'identifier des concepts, des notions ou des activités dans le domaine des Sciences expérimentales, il est plus délicat d'y voir les notions mathématiques associées ; aussi, est-il indispensable qu'une réflexion sur ce sujet soit conduite au sein de chaque équipe qui encadrera une division donnée.

Cet enseignement suppose une organisation sur l'année : après avoir choisi les deux ou trois thèmes qui seront traités, les trois professeurs chargés d'encadrer un groupe de MPS identifieront, pour chaque thème, les grandes notions, les concepts-clés et les compétences qui pourront être abordés dans chaque discipline ainsi que les moments de travail en commun qui conditionneront la réussite de l'enseignement : institutionnalisation des savoirs, méthodes à mettre en œuvre, régulations au cours de thème, temps d'évaluations, etc.

Pour disposer au moment opportun d'au moins deux professeurs sur une même plage horaire, la mise en barrette de plusieurs groupes permet à un enseignant de passer d'un groupe à l'autre en tant que de besoin. Un enseignement semestriel offre une alternative présentant elle aussi un avantage : chaque professeur dispose alors d'une heure hebdomadaire pour encadrer le groupe (au lieu d'une demi-heure). Bien entendu, l'utilisation d'une part des moyens alloués aux établissements pour constituer des groupes à effectif restreint est de nature à faciliter la co-animation.

En tout état de cause, devraient être évitées les modalités suivantes :

- ✚ Affecter une demi-heure à chaque professeur et juxtaposer les trois interventions ;
- ✚ Partager l'EDE en trois blocs de 12 semaines et affecter un seul enseignant sur chaque bloc.

Cet enseignement repose sur l'acquisition de connaissances et de compétences et initie l'élève à la démarche scientifique dans le cadre d'un projet. Il doit donc permettre de découvrir des méthodes susceptibles d'être réinvesties dans des études scientifiques de lycée et des formations post-baccalauréat débouchant sur des métiers dans le champ des Sciences.

Le programme officiel exige des élèves qu'ils intègrent une production à leur projet et citent comme exemples de production possible une expérience, une exploitation de données et une modélisation. Il apparaît que le projet gagnerait à inclure ces trois temps constitutifs d'une démarche scientifique élaborée : l'expérience prend appui sur le réel et développe les compétences expérimentales ; l'exploitation de données permet d'identifier les paramètres pertinents ; la modélisation permet la généralisation et la prédiction.

Les élèves travaillant plusieurs thèmes dans l'année, il est souhaitable que leurs productions utilisent des formes variées de communication scientifique.

Naturellement, une seule évaluation interdisciplinaire doit être mise en œuvre. Elle devra valoriser l'acquisition de compétences et d'attitudes ; une partie de cette évaluation doit être faite en continu (compétences expérimentales, engagement de l'élève dans un travail d'équipe, etc.) ; une autre partie se fera au terme du projet comme la présentation écrite ou orale des résultats. Dans ce cadre, il n'apparaît pas opportun d'utiliser une notation chiffrée !

2.2. Progression dans l'année : un premier thème guidé, un deuxième avec des initiatives laissées aux élèves et un dernier sous forme de mini-TPE

L'équipe des professeurs ayant en charge cet enseignement choisit de traiter deux ou trois thèmes. Dans un certain nombre d'établissements, une rotation des enseignants est d'ores et déjà prévue sur trois périodes, deux professeurs sur les trois susceptibles d'intervenir étant concernés par période ; dans cette situation, il est manifeste que trois thèmes différents seront abordés. Quand l'équipe devant encadrer les élèves reste stable sur l'année, on pourra opter pour deux ou trois thèmes en sachant que le choix de deux thèmes peut conduire à une certaine lassitude des élèves en travaillant trop longtemps un même sujet.

Quel que soit le nombre de thèmes traités, il semble pertinent de ne pas les aborder de la même façon, mais de prévoir une progressivité dans l'autonomie laissée aux élèves au fil de l'année. Ainsi, dans le cas où trois thèmes seraient traités, on peut envisager le scénario suivant :

- ✚ Le premier thème est relativement guidé ;
- ✚ Le deuxième thème offre des marges de liberté plus grandes aux élèves ;
- ✚ Le troisième thème est traité sous forme de mini-TPE.

Dans les trois cas, il semble intéressant d'analyser avec les élèves le texte introductif au thème que donne le programme officiel : il est à même de faire découvrir des mots-clés, des problématiques, etc. qu'il sera pertinent d'exploiter par la suite.

3. SCIENCES ET LABORATOIRE

3.1. Trois thèmes à traiter, dont un qui peut être libre

Sciences et Laboratoire est un enseignement d'exploration clairement ancré dans l'expérimental, les activités de laboratoire étant citées dans les premières lignes du préambule du programme. Ces activités ne doivent pas être de simples actes manipulatoires mais s'inscrire dans une démarche qui amène l'élève à choisir des instruments et des techniques, à exploiter des résultats et à exercer un regard critique sur les résultats obtenus.

L'enseignement d'exploration Sciences et Laboratoire sera très fréquemment dispensé à raison d'une heure et demie hebdomadaire ; dans ces conditions, il sera très difficile de mettre en œuvre, dans une même séance, toutes les composantes de la démarche rappelée ci-dessus : c'est la raison pour laquelle il semble pertinent de développer cette démarche sur une période plus longue que la durée de la séance. L'organisation de l'enseignement en séquences de quelques séances (de deux à quatre) est de nature à répondre aux objectifs de cet enseignement d'exploration.

Comme pour *Méthodes et Pratiques Scientifiques*, le fait d'avoir à traiter plusieurs thèmes dans l'année autorise à prévoir une progressivité dans l'autonomie laissée à l'élève entre un premier thème, qui peut rester assez guidé par le professeur, et un dernier dans lequel les élèves se verraient confier plus d'initiatives.

L'un des thèmes à traiter peut être un thème « libre » si les infrastructures et l'environnement locaux permettent une illustration particulièrement intéressante des objectifs de l'enseignement *Sciences et Laboratoire* ; ainsi, si le lycée est engagé dans un partenariat avec un laboratoire de recherche, une université, etc., peut-on envisager d'exploiter cette richesse locale et rapprocher l'élève du monde économique, de celui de la production ou de la recherche.

Le programme précise que les activités confiées aux élèves prendront appui sur des phénomènes naturels ou des « objets » construits par l'homme : il faut y voir là les deux composantes que les Sciences Physiques doivent être en mesure de traiter ; dans le domaine de l'énergie, l'énergie solaire (naturelle) côtoie les piles et les accumulateurs (construits par l'homme) ; en Chimie, les essences ou les huiles essentielles fabriquées par la nature coexistent avec les produits de synthèse. Ces deux composantes méritent de figurer toutes les deux dans les exemples travaillés en classe pour montrer aux élèves que l'homme analyse, expérimente, questionne les phénomènes que la nature met à sa disposition mais qu'il sait aussi la copier, voire en modifier certains paramètres en élaborant des « objets » répondant mieux à ses besoins (l'histoire des médicaments est, à cet égard, exemplaire).

3.2. Une méthode d'approche pour traiter un thème : mots-clefs, études de cas, projets

Le programme officiel propose une méthode de travail pour traiter les thèmes en deux étapes :

- ✚ Une phase de découverte de la méthodologie à travers des études de cas ;
- ✚ Une application de la méthodologie par les élèves dans le cadre de projets.

Les thèmes eux-mêmes se présentent sous forme de rubriques associées au thème et pour chacune d'entre elles, une liste de mots-clefs devant être associés à des grandeurs physiques.

Le travail proposé aux élèves est novateur d'où la nécessité de leur fournir des exemples avant qu'ils ne puissent exercer leur autonomie au sein de « projets ». C'est la raison d'être de la première étape qui ne devra pas durer plus du tiers du temps alloué au thème soit entre 2 et 4 séances.

Au cours de cette première étape, le professeur pourra choisir un mot-clef et montrer comment il est possible de lui rattacher une grandeur physique (ou plusieurs), quels instruments permettent de la mesurer, dans quels dispositifs cette grandeur prend une importance particulière, etc.

Il pourra aussi faire rechercher aux élèves des informations relatives à ce mot-clef (sur la toile, dans des ouvrages de grande diffusion ou spécialisés, des encyclopédies, etc.). Il confiera aux élèves des activités pratiques dont les protocoles seront établis à l'avance (et qu'ils devront alors analyser) ou qui devront être élaborés collectivement ou en groupes (le travail collaboratif est cité par le programme comme une réponse à la résolution des problèmes que l'élève aurait du mal à mener seul).

Au terme de cette première période, les élèves auront à mener à bien un projet dont la durée peut être comprise entre 6 et 8 séances. Au terme de cette seconde période, une évaluation à dominante formative devra être opérée indépendamment du suivi de compétences en continu, suivi concernant le domaine expérimental, bien sûr, mais aussi celui lié à la démarche scientifique dans son ensemble.

Les travaux des élèves doivent être *stimulants* et *innovants* : s'il semble assez facile de trouver les caractéristiques d'un travail stimulant (aboutir à une production visible et concrète, choisir un sujet d'investigation « piquant » la curiosité, relever un défi ou résoudre une énigme, etc.), il est beaucoup plus délicat de repérer en quoi une tâche est innovante et pourquoi cette propriété est recherchée.

L'innovation peut se manifester essentiellement de deux manières :

- ✚ La tâche peut être organisée de façon originale ou inhabituelle : elle peut nécessiter, par exemple, l'interview d'un chercheur ou d'un ingénieur, une enquête de terrain, l'appel à un support très spécifique comme un fichier de données « industrielles », etc.
- ✚ La tâche peut concerner un domaine rarement évoqué dans l'enseignement traditionnel : les arts (musicaux ou plastiques), l'imprimerie, la compression des données ou la cristallographie sont quelques exemples de domaines ou mots-clefs présents au sein des 7 thèmes.

Faire travailler les élèves dans le cadre de cette double innovation, c'est leur ouvrir l'esprit et leur montrer la richesse de l'investigation scientifique ; ce peut être aussi faire naître des vocations, des envies ; ce peut être également faire réussir certains élèves régulièrement en échec sur des modes de résolution et des thématiques plus traditionnels.