

## Annexe I

# Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques

## I. LA CULTURE SCIENTIFIQUE ACQUISE AU COLLÈGE

À l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit<sup>1</sup>. Il doit pouvoir apporter des éléments de réponse simples mais cohérents aux questions : « Comment est constitué le monde dans lequel je vis ? », « Quelle y est ma place ? », « Quelles sont les responsabilités individuelles et collectives ? ».

Toutes les disciplines concourent à l'élaboration de cette représentation, tant par les contenus d'enseignement que par les méthodes mises en oeuvre. Les sciences expérimentales, la géographie et la technologie apportent une représentation globale de la nature et du monde construit par et pour l'Homme. Les mathématiques fournissent des outils puissants pour modéliser des phénomènes et anticiper des résultats, en particulier dans le domaine des sciences expérimentales, en permettant l'expression et le développement de nombreux éléments de connaissance. Elles se nourrissent des problèmes posés par la recherche d'une meilleure compréhension du monde ; leur développement est également, pour une très large part, liée à la capacité de l'être humain à explorer des concepts théoriques. L'éducation physique et sportive apporte une connaissance de soi et des autres à travers des expériences motrices variées, sources d'émotions et de partage.

L'élaboration d'une représentation globale et cohérente du monde passe par la mise en convergence des savoirs disciplinaires autour de thèmes, tels que l'énergie, l'environnement et le développement durable, la météorologie et la climatologie, la santé, la sécurité, le mode de pensée statistique dans le regard sur le monde. Cette construction commune nécessite de la part des enseignements disciplinaires des contributions coordonnées, explicitées dans la partie intitulée *thèmes de convergence*.

La perspective historique donne une vision cohérente des sciences et des techniques et de leur développement conjoint. Elle permet de présenter les connaissances scientifiques comme une construction humaine progressive et non comme un ensemble de vérités révélées. Elle éclaire par des exemples le caractère réciproque des interactions entre sciences et techniques.

<sup>1</sup> Le regard sur le monde est limité ici à celui des disciplines scientifiques. Toutes les disciplines contribuent à la compréhension du monde. En particulier, l'objectif affiché correspond également à celui de l'enseignement de l'histoire et de la géographie. Les approches en sont toutefois différentes et complémentaires. Il ne peut y avoir de représentation globale et cohérente du monde que si l'on replace l'élève dans l'humanité riche de 6 milliards d'hommes qui le peuplent, l'exploitent, le transforment, l'aménagent, l'organisent.

## Contribution à une représentation globale et cohérente du monde à la fin du collège

### 1. Unité et diversité du monde

*L'extraordinaire richesse de la nature et la complexité de la technique peuvent être décrites par un petit nombre de lois universelles et de concepts unificateurs<sup>2</sup>.*

L'unité du monde est d'abord structurelle : la matière, vivante ou inerte, est un assemblage d'atomes, le plus souvent organisés en molécules. Les propriétés des substances ou des espèces chimiques sont fonction de la nature des molécules qui les composent. Ces dernières peuvent se modifier par un réarrangement des atomes donnant naissance à de nouvelles molécules et ainsi à de nouvelles substances. Une telle transformation dans laquelle la nature des atomes, leur nombre total et la masse totale restent conservés est appelée transformation (ou réaction) chimique.

La matière vivante est constituée d'atomes qui ne sont pas différents dans leur nature de ceux qui constituent la matière inerte. Son architecture fait intervenir un niveau d'organisation qui lui est particulier, celui de la *cellule*, elle-même constituée d'un très grand nombre de molécules et siège de transformations chimiques.

Les êtres vivants possèdent un ensemble de fonctions (nutrition, relation, reproduction) qui leur permettent de vivre et de se développer dans leur milieu.

Les échanges entre l'organisme vivant et le milieu extérieur sont à l'origine de l'approvisionnement des cellules en matière (nutriments et dioxygène permettant la transformation d'énergie et le renouvellement des molécules nécessaires à leur fonctionnement) et du rejet dans le milieu de déchets produits par leur activité.

Il existe aussi une unité de représentation du monde qui se traduit par l'universalité des lois qui régissent les phénomènes naturels : la conservation de la matière, qui se manifeste par la conservation de sa masse totale au cours des transformations qu'elle subit, celle de l'énergie au travers de ses transformations sous diverses formes. Les concepts d'échange de *matière*, d'*énergie* et d'*information* sous-tendent aussi bien la compréhension du fonctionnement des organismes vivants que des objets techniques ou des échanges économiques ; ils sont également la base d'une approche rationnelle des problèmes relatifs à la sécurité et à l'environnement. Ce type d'analyse est particulièrement pertinent pour comprendre les besoins auxquels les objets ou les systèmes techniques répondent ainsi que la constitution et le fonctionnement de ces objets.

C'est au contraire une prodigieuse diversité du monde que met en évidence l'observation quotidienne des paysages, des roches, des espèces vivantes, des individus ... Il n'y a là aucune contradiction :

<sup>2</sup> Phrase extraite de l'ouvrage « Qu'apprend-on au collège » rédigé par le Conseil national des programmes et publié par le CNDP en 2002.

ce sont les combinaisons d'un nombre limité d'« espèces atomiques » (éléments chimiques) qui engendrent le nombre considérable d'espèces chimiques présentes dans notre environnement, c'est la combinaison aléatoire des gènes qui rend compte de l'unicité de l'individu ; la reproduction sexuée permet à la fois le maintien et la diversification du patrimoine génétique des êtres vivants.

L'Homme est apparu récemment dans l'évolution des espèces et se caractérise par le développement de ses capacités intellectuelles, motrices, sensorielles et affectives qui lui permettent d'appréhender le monde qui l'entoure, d'agir sur lui et de percevoir les effets de ses actions.

En tant que tel, l'individu possède les caractères de son espèce (unité de l'espèce) et présente des variations qui lui sont propres (unicité de l'individu). Comme chaque être vivant, il est influencé à la fois par l'expression de son patrimoine génétique et par ses conditions de vie. De plus, ses comportements personnels, notamment ses activités physiques et ses pratiques alimentaires, influent sur la santé, tant au plan individuel que collectif.

## 2. Percevoir le monde

L'organisme perçoit en permanence grâce aux organes des sens des informations de nature physico-chimique provenant de son environnement. Au-delà de la perception directe, l'observation peut être affinée par l'emploi d'instruments, objets techniques qui étendent les possibilités des sens. Elle peut aussi être complétée par l'utilisation d'appareils de mesure et par l'exploitation mathématique des résultats qu'ils fournissent. L'exploitation de séries de mesures, la réflexion sur leur moyenne et leur dispersion, tant dans le domaine des sciences expérimentales que dans celui des sciences humaines introduit l'idée de précision de la mesure et conduit à une première vision statistique du monde.

La démarche expérimentale, au-delà de la simple observation, contribue à une représentation scientifique, donc explicative, du monde.

## 3. Se représenter le monde

La perception immédiate de l'environnement à l'échelle humaine est complétée par une représentation du monde aux échelles microscopique d'une part et astronomique de l'autre. Les connaissances acquises en mathématiques permettent de s'appuyer sur des modèles de représentation issus de la géométrie, de manipuler les dimensions correspondantes et de les exprimer dans les unités appropriées.

À l'échelle microscopique, l'ordre de grandeur des dimensions respectives de l'atome et de la cellule est connu.

À l'échelle astronomique, le système solaire est conçu comme un cas particulier de système planétaire et la Terre comme une planète particulière.

À la vision externe de la Terre aux échelles moyennes s'ajoute une représentation interne de notre planète et des matériaux qui la composent, ainsi qu'à un premier degré de compréhension de son activité et de son histoire.

La représentation du monde ne se réduit pas à une description de celui-ci dans l'espace. Elle devient cohérente en y adjoignant celle de son évolution dans le temps. Ici encore, ce sont les outils mis en place dans l'enseignement des mathématiques qui permettent de comparer les échelles de temps appropriées : géologique, historique et humaine et d'étudier divers aspects quantitatifs de cette évolution (graphiques, taux de croissance...).

## 4. Penser mathématiquement

L'histoire de l'humanité est marquée par sa capacité à élaborer des outils qui lui permettent de mieux comprendre le monde, d'y agir plus efficacement et de s'interroger sur ses propres outils de pensée. À côté du langage, les mathématiques ont été, dès l'origine, l'un des vecteurs principaux de cet effort de conceptualisation. Au terme de la scolarité obligatoire, les élèves doivent avoir acquis les éléments de base d'une pensée mathématique. Celle-ci repose sur un ensemble de

connaissances solides et sur des méthodes de résolution de problèmes et des modes de preuves (raisonnement déductif et démonstrations spécifiques).

## II. RESPONSABILITÉ ET CITOYENNETÉ

Les sciences expérimentales et les mathématiques, au même titre que d'autres disciplines, au premier rang desquelles figurent l'histoire, la géographie, l'éducation physique et sportive et la technologie, contribuent à responsabiliser l'élève en matière d'environnement, de santé et de sécurité. Elles favorisent l'exercice de l'esprit critique et du raisonnement ; elles conduisent ainsi l'élève à adopter une attitude raisonnée devant l'information des médias.

### 1. L'homme et l'environnement. Gestion des ressources matérielles et énergétiques

Depuis son origine, l'espèce humaine manifeste une aptitude inégalée à modifier son environnement. Cette caractéristique impose à l'ensemble de la société une réflexion collective en vue de maîtriser ses propres choix économiques et politiques. Chaque citoyen doit pouvoir disposer des outils d'analyse scientifique lui permettant d'être pleinement acteur de ce processus. Les connaissances scientifiques et pratiques acquises au collège donnent la base d'une compréhension raisonnée des responsabilités individuelles et sociales vis-à-vis de l'environnement. L'idée de conservation de la matière permet de comprendre qu'une substance rejetée peut être diluée ou transformée mais ne disparaît pas. Les activités humaines peuvent être la source de pollutions, mais il est également possible de mettre à profit la chimie et les biotechnologies pour restaurer l'environnement dans une perspective de développement durable.

Les relations de l'homme avec son environnement ne se limitent pas à la préservation de celui-ci. Les disciplines scientifiques apportent également les bases nécessaires à la compréhension des problèmes posés par la gestion des ressources de la planète, tant en termes de matière que d'énergie.

La complémentarité des apports disciplinaires dans l'étude de l'exploitation humaine des ressources énergétiques est exemplaire. Les disciplines scientifiques apportent les définitions et les unités des grandeurs énergétiques, l'analyse des transferts entre les diverses formes d'énergie ; la géographie étudie la consommation humaine des ressources énergétiques, l'inégalité de leur répartition, l'évolution dans le temps de cette consommation et de ses usages.

En fin de troisième, l'élève doit avoir une vue d'ensemble d'un monde avec lequel l'homme interagit et qu'il a profondément transformé. Sans que lui soient dissimulés les problèmes qui restent posés par cette transformation, l'élève doit avoir pris conscience de tout ce que son mode de vie doit aux progrès des sciences et des techniques.

### 2. La santé

Une éducation à la santé vise à aider chaque jeune à s'approprier progressivement les moyens d'opérer des choix, d'adopter des comportements responsables, pour lui-même comme vis-à-vis d'autrui. Elle ne doit pas être un simple discours sur la santé mais doit permettre l'appropriation de connaissances pour comprendre et agir en développant des attitudes, telles que l'estime de soi, le respect des autres, la solidarité, l'autonomie, la responsabilité, l'esprit critique.

### 3. La sécurité

Les connaissances scientifiques et techniques permettent à l'élève, en plus des règles de sécurité dont l'observation s'impose à tous, d'avoir un comportement adapté et réfléchi face aux risques qu'il encourt ou qu'il fait encourir aux autres.

### III. LES MÉTHODES

#### Prise en compte des acquis de l'école primaire

Certaines rubriques des programmes se situent dans le prolongement de rubriques du programme du cycle 3 de l'école élémentaire. Il convient d'aborder chacune de ces rubriques par une *séance introductive* au cours de laquelle, à partir d'une investigation soumise à la classe, le professeur prend la mesure des acquis effectifs de l'enseignement de l'école primaire dans le domaine considéré. Ceci lui permet d'adapter en conséquence la suite de son enseignement et le cas échéant de gagner du temps en évitant des redites et en veillant à ne pas lasser les élèves par la répétition de considérations élémentaires déjà assimilées.

Les professeurs sont invités à prendre connaissance des programmes entrés en vigueur à l'école primaire depuis la rentrée 2003. En ce qui concerne les sciences expérimentales et la technologie, ils doivent également consulter les *fiches « connaissances »* diffusées par le ministère de l'Éducation nationale. Ces fiches expriment l'essentiel des connaissances de ces domaines dans des termes accessibles à des élèves du cycle 3 de l'école primaire. Les enseignants peuvent également se reporter à ces fiches pour prendre connaissance des difficultés liées au vocabulaire courant et aux représentations préalables des élèves.

Les fiches « connaissances » sont référencées ci-dessous à l'intérieur des programmes de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre.

#### La démarche d'investigation

Dans la continuité de l'école primaire, les programmes du collège privilégient pour les disciplines scientifiques une démarche d'investigation. Comme l'indiquent les modalités décrites ci-dessous, cette démarche n'est pas unique. Elle n'est pas non plus exclusive et tous les objets d'étude ne se prêtent pas également à sa mise en œuvre. Une présentation par l'enseignant est parfois nécessaire, mais elle ne doit pas, en général, constituer l'essentiel d'une séance dans le cadre d'une démarche qui privilégie la construction du savoir par l'élève. Il appartient au professeur de déterminer les sujets qui feront l'objet d'un exposé et ceux pour lesquels la mise en œuvre d'une démarche d'investigation est pertinente.

La mise en œuvre des activités préconisées par les programmes des sciences expérimentales (physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre) et la technologie conduit à recommander pour ces disciplines la constitution, chaque fois qu'il est possible, de groupes à effectif réduit (par exemple en formant 3 groupes à partir de 2 divisions, tout en respectant l'horaire élève).

La démarche d'investigation scientifique présente des analogies entre son application au domaine des sciences expérimentales et celui des mathématiques. La spécificité de chacun de ces domaines, liée à leurs objets d'étude respectifs et à leurs méthodes de preuve, conduit cependant à quelques différences dans la réalisation. Une éducation scientifique complète se doit de faire prendre conscience aux élèves à la fois de la proximité de ces démarches (résolution de problèmes, formulation respectivement d'hypothèses explicatives et de conjectures) et des particularités de chacune d'entre elles, notamment en ce qui concerne la validation, par l'expérimentation d'un côté, par la démonstration de l'autre.

#### Repères pour la mise en œuvre d'une démarche d'investigation

##### 1. Divers aspects d'une démarche d'investigation

Cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel (en sciences expérimentales) et sur la résolution de problèmes (en mathématiques). Les investigations réalisées avec

l'aide du professeur, l'élaboration de réponses et la recherche d'explications ou de justifications débouchent sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire techniques.

Dans le domaine des sciences expérimentales, chaque fois qu'elles sont possibles, matériellement et déontologiquement, l'observation, l'expérimentation ou l'action directe par les élèves sur le réel doivent être privilégiées.

Une séance d'investigation doit être conclue par des activités de synthèse et de structuration organisées par l'enseignant, à partir des travaux effectués par la classe. Celles-ci portent non seulement sur les quelques notions, définitions, résultats et outils de base mis en évidence, que les élèves doivent connaître et peuvent désormais utiliser, mais elles sont aussi l'occasion de dégager et d'explicitier les méthodes que nécessite leur mise en œuvre.

##### 2. Canevas d'une séquence d'investigation

Ce canevas n'a pas la prétention de définir « la » méthode d'enseignement, ni celle de figer de façon exhaustive un déroulement imposé. Une séquence est constituée en général de plusieurs séances relatives à un même sujet d'étude.

Par commodité de présentation, sept moments essentiels ont été identifiés. L'ordre dans lequel ils se succèdent ne constitue pas une trame à adopter de manière linéaire. En fonction des sujets, un aller et retour entre ces moments est tout à fait souhaitable, et le temps consacré à chacun doit être adapté au projet pédagogique de l'enseignant.

Les modes de gestion des regroupements d'élèves, du binôme au groupe-classe selon les activités et les objectifs visés, favorisent l'expression sous toutes ses formes et permettent un accès progressif à l'autonomie.

La spécificité de chaque discipline conduit à penser différemment, dans une démarche d'investigation, le rôle de l'expérience et le choix du problème à résoudre. Le canevas proposé doit donc être aménagé pour chaque discipline (voir partie introductive de chacune d'entre elles).

##### Le choix d'une situation - problème par le professeur :

- analyser les savoirs visés et déterminer les objectifs à atteindre ;
- repérer les acquis initiaux des élèves ;
- identifier les conceptions ou les représentations des élèves, ainsi que les difficultés persistantes (analyse d'obstacles cognitifs et d'erreurs) ;
- élaborer un scénario d'enseignement en fonction de l'analyse de ces différents éléments.

##### L'appropriation du problème par les élèves :

- travail guidé par l'enseignant qui, éventuellement, aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le problème à résoudre qui doit être compris par tous ;
- émergence d'éléments de solution proposés par les élèves qui permettent de travailler sur leurs conceptions initiales, notamment par confrontation de leurs éventuelles divergences pour favoriser l'appropriation par la classe du problème à résoudre. Le guidage par le professeur ne doit pas amener à occulter ces conceptions initiales mais au contraire à faire naître le questionnement.

##### La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles :

- formulation orale ou écrite de conjectures ou d'hypothèses par les élèves (ou les groupes) ;
- élaboration éventuelle d'expériences, destinées à tester ces hypothèses ou conjectures ;
- communication à la classe des conjectures ou des hypothèses et des éventuels protocoles expérimentaux proposés.

#### L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves :

- moments de débat interne au groupe d'élèves ;
- contrôle de l'isolement des paramètres et de leur variation, description et réalisation de l'expérience (schémas, description écrite) dans le cas des sciences expérimentales, réalisation en technologie ;
- description et exploitation des méthodes et des résultats ; recherche d'éléments de justification et de preuve, confrontation avec les conjectures et les hypothèses formulées précédemment.

#### L'échange argumenté autour des propositions élaborées :

- communication au sein de la classe des solutions élaborées, des réponses apportées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent ;
- confrontation des propositions, débat autour de leur validité, recherche d'arguments ; en mathématiques, cet échange peut se terminer par le constat qu'il existe plusieurs voies pour parvenir au résultat attendu et par l'élaboration collective de preuves.

#### L'acquisition et la structuration des connaissances :

- mise en évidence, avec l'aide de l'enseignant, de nouveaux éléments de savoir (notion, technique, méthode) utilisés au cours de la résolution,
- confrontation avec le savoir établi (comme autre forme de recours à la recherche documentaire, recours au manuel), en respectant des niveaux de formulation accessibles aux élèves, donc inspirés des productions auxquelles les groupes sont parvenus ;
- recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences faites et proposition d'expériences complémentaires,
- reformulation écrite par les élèves, avec l'aide du professeur, des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.

#### L'opérationnalisation des connaissances :

- exercices permettant d'automatiser certaines procédures, de maîtriser les formes d'expression liées aux connaissances travaillées : formes langagières ou symboliques, représentations graphiques... (entraînement), liens ;
- nouveaux problèmes permettant la mise en œuvre des connaissances acquises dans de nouveaux contextes (réinvestissement) ;
- évaluation des connaissances et des compétences méthodologiques.

### Place des TICE dans l'enseignement

Un enseignement moderne ne peut ignorer l'importance des techniques informatiques, et en particulier leur diversité, leur spécificité et leurs champs d'application.

Les disciplines expérimentales et les mathématiques participent au même titre que d'autres - en particulier la technologie - à la validation des compétences du B2i.

Selon les classes, si les prérequis de certains élèves sont insuffisants, les activités qu'il convient de leur proposer tiennent compte de la nécessité de compléter leurs compétences dans les usages des technologies de l'information et de la communication.

Il est possible de montrer à l'élève (en dehors de la validation au B2i) que l'utilisation de l'informatique recouvre une très grande diversité de domaines qui dépasse le cadre du traitement de texte, du tableur-grapheur et de l'Internet. C'est le cas de l'utilisation de logiciels spécifiques ; c'est également le cas de l'expérimentation assistée par ordinateur ou de la simulation d'expériences, lesquelles ne doivent cependant pas prendre le pas sur l'expérimentation directe lorsque celle-ci est possible.

Il faut avoir présent à l'esprit que pour un certain nombre d'élèves, la scolarité au collège est le seul moment où ils peuvent appréhender les outils informatiques sous cette forme.

Les sciences expérimentales, les mathématiques et la technologie participent, avec les outils qui leur sont propres à la culture numérique des collégiens : construction des savoirs et savoir-faire,

connaissance du fonctionnement des matériels et des logiciels, accès aux processus de traitement de l'information, et utilisation de l'informatique dans un esprit citoyen, respectueux des droits de chacun et de la propriété intellectuelle.

### Utilisation d'outils de travail en langue étrangère

Dans toutes les disciplines scientifiques, il est souhaitable de mettre à la disposition des élèves des outils (textes, modes d'emploi, images légendées, cartes, sites...) rédigés dans la ou les langues étudiées par la classe dans la mesure où ces outils de travail font appel à un vocabulaire et à des structures linguistiques adaptées au niveau des élèves.

L'utilisation d'un tel outil en dehors du cours de langue met à profit les compétences en langue vivante et les développe en augmentant la durée pendant laquelle la langue étrangère est partie prenante de l'activité intellectuelle de l'élève.

Une telle procédure motive les élèves pour les enseignements linguistiques en illustrant leur intérêt pratique. La présence de la langue dans d'autres enseignements ouvre l'horizon culturel.

Cette utilisation d'outils ne requiert pas la maîtrise de la langue concernée par les enseignants des autres disciplines. Il ne leur est aucunement demandé de prendre en charge une partie de l'enseignement de langue vivante.

En début d'année, le professeur de langue vivante et les professeurs de disciplines scientifiques sélectionnent les outils qui leur paraissent pertinents, tant au plan disciplinaire que linguistique.

Les élèves acquièrent en cours de langue le vocabulaire et les structures nécessaires pour avoir de chaque outil une compréhension suffisante à la poursuite des activités avec un professeur d'autre discipline, sans assistance linguistique de ce dernier.

Après utilisation de l'outil dans une discipline qui poursuit ses objectifs propres, le professeur de langue vivante peut demander à la classe diverses formes de comptes rendus, oraux ou écrits, de l'activité réalisée et utiliser celle-ci à nouveau en fonction de ses objectifs d'apprentissage linguistique.

### Terminologie scientifique

La plus grande importance doit être apportée à l'utilisation précise de termes scientifiques ayant une signification différente selon les disciplines. Le document d'accompagnement présente un repérage des principales polysémies du vocabulaire scientifique rencontrées au collège. Il vise à permettre aux professeurs d'assister les élèves confrontés aux différents usages et sens des mots.

### L'évaluation comme repère des apprentissages

Vérifier les acquis fait partie intégrante de l'action pédagogique.

L'évaluation est un outil indispensable au professeur dans la conduite de son enseignement, à différents moments de son apprentissage.

En début, comme en cours d'apprentissage, le repérage des acquis, des difficultés et des obstacles permet d'adapter les supports et les modalités de l'enseignement.

Le bilan terminal permet de mesurer la maîtrise qu'a chaque élève des savoirs et des savoir-faire visés et, si nécessaire, d'envisager des activités de remédiation.

### Le travail personnel des élèves

Le travail personnel demandé aux élèves, qui peut être différencié en fonction de leur profil et de leurs besoins, contribue à la structuration et à la mémorisation des connaissances. Son importance est telle dans le processus de maîtrise des connaissances et des savoir-faire qu'il convient de diversifier les pratiques pédagogiques et de développer le travail en équipes pédagogiques afin d'assurer une véritable aide au travail personnel des élèves, pendant les cours et hors la classe (au collège ou à la maison).