



Contribution aux travaux des groupes d'élaboration des projets de programmes C 2, C3 et C4

Valérie Munier,

**Maître de conférences,
LIRDEF - universités Montpellier 2 et 3
Faculté d'éducation de Montpellier –
ESPE de Montpellier**

**Contribution à la réflexion sur les nouveaux
programmes de cycle 2 et de cycle 3 dans le
domaine des sciences expérimentales et de la
technologie**

Contribution à la réflexion sur les nouveaux programmes de cycle 2 et de cycle 3 dans le domaine des sciences expérimentales et de la technologie

Valérie Munier

LIRDEF - universités Montpellier 2 et Montpellier 3

Faculté d'éducation de Montpellier – ESPE de Montpellier



lirdef



Sommaire

Réponse point par point aux différentes questions

Explicitation des choix réalisés pour établir les propositions de listes de connaissances et de compétences pour chaque cycle (question 1)	p. 4
Comparaison des programmes de 2002 et 2008 (question 2)	p. 15
Explicitation des raisons des choix d'exemples de situations de classes (question 3)	p. 19
Liens avec les autres disciplines (question 4)	p. 22
Recommandations sur la forme et l'écriture des futurs programmes (question 5)	p. 24
Synthèse	p. 27

Annexes

Annexe 1 : liste succincte des connaissances attendues en fin de cycle 2	p. 29
Annexe 2 : liste détaillée des connaissances attendues en fin de cycle 2	p. 30
Annexe 3 : liste des compétences attendues en fin de cycle 2	p. 39
Annexe 4 : liste succincte des connaissances attendues en fin de cycle 3	p. 41
Annexe 5 : liste détaillée des connaissances attendues en fin de cycle 3	p. 43
Annexe 6 : liste des compétences attendues en fin de cycle 3	p. 69

Annexe 7 : Exemples de situations de classe

<i>Le ciel et la Terre - cycle 3 - Le mouvement du Soleil sur une journée et son explication par la rotation de la Terre sur elle-même</i>	p. 69
<i>Energie - cycle 3</i>	p. 74
<i>Découverte du monde des objets - cycle 2 - Conception et fabrication de petites voitures</i>	p. 80
<i>Objets techniques - cycle 3 - Fabrication d'un objet technique, le pied à coulisse</i>	p. 84
<i>Le fonctionnement du corps humain et la santé - cycle 3 - La sexualité et la reproduction de l'humain</i>	p. 89
<i>Le corps de l'enfant et la santé - cycle 2 - Les mouvements corporels</i>	p. 93

Ce travail a bénéficié de nombreux échanges avec des collègues formateurs et chercheurs en didactique des SET : Alice Delserieys, Manuel Bächtold, Jacques Fossati et Valérie De la Forest. En particulier l'élaboration des contenus relevant des SVT a été faite en collaboration avec Jacques Fossati et Valérie De la Forest qui ont en outre proposé les situations sur le mouvement corporel et l'éducation à la sexualité.

octobre 14

Demande : recommandations relatives à votre domaine d'expertise et portant sur des points qui vous semblent essentiels pour ces nouveaux programmes.

Dans ce rapport je répondrai point par point aux différentes questions, même si cela occasionne certaines redondances. Une synthèse des éléments essentiels figure p. 24.

1) Quelles connaissances ou compétences en sciences peuvent être attendues de tous les élèves en fin de Cycle 2 ? En fin de Cycle 3 ? Avec quels niveaux de maîtrise au cours de chaque cycle ? A quels moments de la scolarité situez-vous des paliers dans les apprentissages ? Pouvez-vous caractériser ces paliers ?

Avant de proposer en annexe des listes de connaissances et compétences pouvant être attendues en fin de cycle 2 et de cycle 3 nous explicitons ci-dessous certains principes et les choix qui ont guidé ces propositions.

Nous avons fait le choix de proposer un programme dans la continuité des programmes de 2002 et de 2008, notamment en ce qui concerne les démarches préconisées pour l'enseignement des sciences. En effet nous considérons, en appui sur de nombreuses recherches, qu'il est toujours pertinent de préconiser un enseignement des sciences fondé sur l'investigation (voir plus bas). De plus les programmes de sciences de 2002 (et dans une moindre mesure de 2008) étaient globalement appréciés par les enseignants, les formateurs et les chercheurs, même si certains points faisaient l'objet de débats (cf. question 2). Nous considérons en outre que dans le contexte actuel les enseignants ont besoin d'une certaine stabilité : c'est notamment un des points qui ressort de la consultation nationale sur les programmes de l'école primaire : « Les enseignants déclarent qu'ils veulent des programmes stables et une amélioration de ceux existants [...] mais en aucun cas ils ne veulent de changement brutal. » (2013). Le texte élaboré reprend ainsi de nombreux éléments des programmes de 2002 et 2008, en y apportant des compléments et des modifications.

La démarche suivie pour la rédaction de ce rapport a été de mener en amont une analyse comparative des programmes de 2002 et 2008 en regard du projet de socle commun de connaissances et de compétences. Notre réflexion s'est appuyée également sur le document publié au niveau international par l'ASE (Association for Science Education) édité par Wynne Harlen qui liste un certain nombre de grandes idées que les élèves doivent rencontrer au cours de leur scolarité en sciences, ainsi que sur des résultats de recherche en didactique des sciences et des technologies.

Continuité des enseignements scientifiques

La nécessité d'aborder les sciences dès la maternelle est soulignée dans le nouveau socle : « *En abordant les sciences dès le début de l'école primaire et en les pratiquant de façon active jusqu'à la fin du collège, l'élève se familiarise avec la démarche scientifique* ». Il est en effet essentiel qu'en cycle 1 les élèves commencent un travail sur le vivant, la matière et les objets comme c'est le cas dans les programmes en vigueur comme dans ceux de 2002 et dans les propositions de programmes pour le cycle 1. De nombreux travaux de recherche en éducation montrent qu'un enseignement précoce des sciences amène les jeunes enfants à raisonner et à commencer à construire des concepts, et que, non seulement les enfants entre 3 et 6 ans ont les facultés nécessaires pour entrer dans de tels apprentissages (Ledrapier, 2010), mais que cela les aide dans le reste de leur scolarité (Eurydice, 2009).

octobre 14

Nous nous sommes basés ici sur le principe que les programmes de cycle 1 seront proches des programmes actuels, s'ils sont différents il faudra aménager le programme de cycle 2 en fonction. De la même manière on ne peut pas penser le programme du cycle 3 sans lien avec le cycle 4. Dans l'ignorance de ce que seront ces futurs programmes notre proposition se base sur les programmes actuels de cycle 4 dans lesquels les contenus abordés en cycle 3 sont repris dans une nouvelle perspective à partir de la 5^{ème} en physique-chimie et en SVT (le cas est un peu différent en technologie).

Répartition école-collège

Le fait que le cycle 3 intègre maintenant la 6^{ème} et qu'il soit ainsi à cheval sur deux ordres d'enseignement rend l'organisation de l'enseignement des sciences complexe à la transition école/collège. En effet à l'heure actuelle, à l'école, les élèves ont un nombre d'heures globalisé pour traiter un ensemble de sujets relevant de plusieurs domaines (la matière, le vivant, les objets...) avec une approche intégrée des sciences expérimentales et de la technologie, sans spécification disciplinaire. Au collège les enseignements scientifiques sont organisés en trois disciplines (SVT, technologie, physique-chimie). Les deux premières sont abordées dès la 6^{ème} (SVT et technologie), par contre la physique-chimie n'apparaît qu'à partir de la 5^{ème} du fait de sa suppression en 6^{ème} il y a plusieurs années. Notons que cette rupture d'un an dans l'enseignement de sujets relevant de la physique pose des problèmes de continuité et de lisibilité des enseignements scientifiques et technologiques.

Construire un programme à cheval sur deux ordres d'enseignement nécessite de mettre en cohérence des connaissances et compétences qui sont structurées par domaines non disciplinaires à l'école et par disciplines en 6^{ème}. Nous avons fait le choix de présenter les connaissances et compétences par domaine comme c'est le cas actuellement en primaire et non par discipline. Un autre choix possible aurait été de présenter les contenus par discipline dès le début du cycle 3 mais cela nous semble aller à l'encontre des orientations actuelles de l'enseignement qui préconisent par exemple de développer des approches par projet.

En outre il faut tenir compte, pour organiser les enseignements sur le cycle 3, du fait que la pratique de l'enseignement des sciences à l'école reste encore très inégale (références), et que de ce fait une part non négligeable des élèves arrivent en 6^{ème} sans avoir traité la totalité des programmes de Sciences Expérimentales et Technologie (SET) de l'école. Enfin la formation initiale des professeurs des écoles d'un côté et des professeurs de collège et lycée de l'autre est très différente, les premiers étant polyvalents, contrairement aux enseignants du secondaire qui sont spécialistes d'une discipline. Nous proposons ci-dessous d'expliquer les choix réalisés pour la répartition des différentes connaissances et compétences en cycle 3, qui ne sont pas les mêmes pour les trois disciplines du fait des contraintes listées ci-dessus.

- Pour les sujets relevant de la physique-chimie nous proposons une liste de connaissances et de compétences qui peut être répartie sur deux ans si la situation reste la même, ou sur trois ans si la physique-chimie est réintroduite au collège. Les contenus abordés sont ensuite repris et approfondis au cycle 4. Notons que la suppression de la physique-chimie en 6^{ème} pose des problèmes de continuité et de lisibilité des enseignements scientifiques et technologiques, préjudiciable à la construction progressive des connaissances et compétences tout au long de la scolarité, et qu'une réintroduction de la physique-chimie en 6^{ème} aurait tout son sens. Il n'est pas question de répartir les heures actuelles du collège sur les quatre années, les horaires d'1h30 par semaine en 5^{ème} et 4^{ème} sont « incompressibles », mais de réintroduire des heures de physique-chimie en 6^{ème}, par exemple à la hauteur d'1h30 comme en SVT et technologie. Une autre possibilité serait de penser un enseignement intégré des sciences

octobre 14

expérimentales et de la technologie en 6^{ème} qui permettrait une continuité des enseignements scientifiques sur le cycle 3. Cependant cette solution n'est envisageable que si les enseignants du secondaire l'acceptent, et si les moyens humains et matériels sont réunis, et sous réserve d'une formation des enseignants conséquente. Si ce choix est fait les propositions devront s'appuyer sur les recherches menées sur la mise en œuvre des dispositifs EIST depuis plusieurs années.

- Pour les sujets relevant des SVT nous proposons une liste de connaissances et de compétences répartie sur trois ans, en précisant ce qui pour nous relève de la 6^{ème} pour différentes raisons, liées notamment au développement des élèves, aux différences d'équipement en matériel scientifique des écoles et des collèges, au niveau de maîtrise des enseignants... Cette liste constitue un tout cohérent, les contenus abordés au cycle 3 sont ensuite repris et approfondis au cycle 4.

- Dans le domaine de la technologie les équipements des écoles et des collèges sont aussi très différents et la rupture entre l'école et le collège est sans doute plus importante en technologie qu'en physique-chimie ou SVT. Cette réforme des cycles est sans doute une bonne occasion de faciliter la transition entre les deux ordres d'enseignement mais il est difficile de proposer un programme dans lequel les enseignants des deux ordres se reconnaissent. Nous proposons une introduction commune pour l'ensemble du cycle 3, qui décline les objectifs de l'enseignement de la technologie, précise les grands enjeux, explicite les démarches qui sont mises en œuvre à l'école comme en 6^{ème}. Nous proposons ensuite une première approche des objets techniques, moins formalisée, pour l'école, puis une approche plus formelle en 6^{ème}.

Dans la mesure où à l'heure actuelle nous ne savons pas quelles seront les conséquences pratiques de la modification des cycles (quels enseignants interviendront aux différents niveaux ? y-aura-t-il des échanges de services ? de locaux ? quels seront les dispositifs de liaison qui seront mis en place ? etc.), il est possible que certains choix de répartition de contenus (au sens large) réalisés ici se révèlent non pertinents. Nous avons considéré ici le cas où les enseignants du premier degré enseignent les SET à l'école et les enseignants du second degré leur discipline en collège, c'est-à-dire le cas où le changement de cycle de la classe de 6^{ème} n'impacte que les contenus des programmes. Si cela évolue il faudra alors en tenir compte lors de la rédaction des programmes et adapter la formation initiale et continue des enseignants.

EDD

Le choix a été fait de ne pas présenter une partie Education au Développement Durable (EDD) séparée mais d'intégrer l'éducation au développement durable dans les différentes parties. Il ne s'agit pas d'une discipline séparée mais d'une préoccupation constante de l'ensemble des disciplines dont les sciences expérimentales et la technologie. Il est essentiel ne pas limiter le développement durable à une juxtaposition de contenus issus de différentes disciplines. On veillera donc à aborder l'EDD en articulant différentes disciplines sur des thèmes donnés et/ou dans le cadre de projets aussi souvent que cela s'y prête. Par exemple si l'on considère le thème de l'eau, un travail sur les mélanges de liquides pourra amener à se questionner sur les sources de pollution de l'eau, les modes de traitement de l'eau dans une perspective de développement durable, en lien avec le trajet de l'eau dans la ville traité en géographie. Inversement de ce travail en géographie peut naître un questionnement scientifique sur les mélanges. Divers thèmes se prêtent à une telle approche intégrant les

octobre 14

apports des sciences, de la géographie, de l'histoire, etc. Certains de ces thèmes et les disciplines qui peuvent y être impliquées sont pointés dans les propositions qui suivent.

Note : on pourrait, dans le cadre d'un hypertexte, regrouper toutes les parties qui contribuent à l'EDD dans une rubrique spécifique via un système d'indexation. Nous avons fait le choix, chaque fois qu'un sujet contribue à l'EDD, de le mentionner et de lister, quand cela s'y prête, les autres disciplines que l'on peut associer dans cette perspective. Une liste non exhaustive reprenant les sujets qui contribuent à l'EDD est proposée (cf. question 4). On pourrait développer, à la suite de la description de ces sujets, les enjeux correspondants en termes d'EDD. Cela n'est pas fait ici par manque de temps.

Liens avec les autres disciplines

De façon générale la question du lien avec les autres disciplines a été prise en compte dans les propositions ci-jointes. Les liens possibles avec les autres disciplines sont présentés pour chaque sujet.

SET et mathématiques

Une attention particulière a été portée sur les liens entre mathématiques et SET. En effet, même si les mathématiques sont liées à tous les domaines de connaissances, comme le pointe le socle *« Il [l'élève] a compris l'intérêt des mathématiques pour développer une représentation scientifique du monde; il a aussi compris que les mathématiques se nourrissent des questions posées par les autres domaines de connaissance et les nourrissent en retour. »*, il existe un lien spécifique entre mathématiques et SET.

Nous proposons d'intégrer un travail spécifique sur les grandeurs et la mesure en SET. Ce domaine est à l'interface entre mathématiques et sciences expérimentales et technologie et il est important que le travail sur les grandeurs et la mesure soit pris en charge par les deux « disciplines ». Depuis plusieurs réformes, l'enseignement des grandeurs est essentiellement à la charge des mathématiques, or les grandeurs sont fondamentales en sciences et le travail mené en sciences peut largement contribuer à la construction du sens des grandeurs et de la mesure. Les recommandations pour la mise en œuvre des programmes parues en juin 2014 pointent que ce domaine d'apprentissage est très souvent à l'origine de difficultés chez certains élèves et soulignent que l'enseignant doit prendre appui sur toutes les phases de manipulation (dont les comparaisons directes et indirectes) qui permettent de faire comprendre la notion de grandeur avant de faire appel à la mesure. De nombreuses activités en sciences peuvent participer à ce travail : par exemple un travail qualitatif sur les balances lors de l'étude du principe des leviers, des activités de comparaison de masses lors de l'étude des changements d'état (conservation de la masse lors de la solidification par exemple, qui peut en outre aider les élèves à dissocier la masse du volume). En outre plusieurs recherches ont montré que des séquences de classe dans lesquelles les élèves sont amenés à concevoir et fabriquer des instruments de mesure favorisent la construction à la fois du sens de la grandeur et du sens de la mesure (Munier et al., 2013). Il est donc proposé d'intégrer, dans la partie « objets techniques », des activités de conception et de fabrications d'instruments. Il ne s'agit pas d'ajouts par rapports aux programmes précédents qui proposaient la fabrication d'instruments de mesure de durées (2002) ou de masses (2002 et 2008) mais d'intégrer ces activités dans une partie spécifique, de façon à mettre l'accent sur le fait que la question de la mesure et de l'instrumentation est essentielle en sciences expérimentales et en technologie. Ce travail sur les instruments permet en outre de contribuer à la réflexion des élèves sur la notion d'incertitude, mentionnée dans le socle : *« L'élève sait exploiter et communiquer les résultats de mesures ou de recherches en utilisant un langage précis qui repose aussi sur la maîtrise*

octobre 14

des unités, des grandeurs et la notion d'incertitude. ». Cette réflexion sur la mesure, qui pourra être menée lors d'activités de mesurage diverses (étude de la croissance des animaux ou des végétaux, mesures de températures de changement d'état..), contribue notamment au développement de l'esprit critique des élèves, et participe à la formation du citoyen. Le travail sur le traitement des données, la mesure et les incertitudes de mesure prend d'ailleurs une place croissante dans les programmes du collège et du lycée et une première approche, qualitative, de ces questions à l'école permet d'amorcer une réflexion critique sur certains usages des nombres qui sont faits dans les médias par exemples (Munier et al., 2013).

Toujours concernant les liens mathématiques-SET nous proposons de rajouter une partie supplémentaire (par rapports aux programmes précédents) sur la structuration de l'espace au cycle 2. Elle pourra être intégrée dans un paragraphe global sur la structuration de l'espace si les programmes restent structurés de la même manière, ou figurer comme un item spécifique des sciences. Là encore il ne s'agit pas de contenus nouveaux dans les programmes, mais d'une restructuration destinée à mettre l'accent sur le rôle important que peuvent jouer les sciences expérimentales et la technologie dans la structuration de l'espace.

SET et maîtrise de la langue

Les liens entre sciences et maîtrise de la langue ont aussi été une préoccupation constante et ont fait l'objet de multiples recherches (en particulier sur l'argumentation, les interactions langagières, les registres sémiotiques... On pourra voir par exemple les numéros spéciaux de la revue ASTER sur le sujet en 2001, 2003 et 2004).

Le socle pointe que « *La maîtrise de la langue française [...] repose sur un enseignement spécifique mais relève aussi de la pratique de tous les autres enseignements.* ». De nombreuses activités en sciences contribuent au renforcement de la maîtrise de la langue. Le questionnement, la comparaison des résultats obtenus, leur confrontation aux savoirs établis sont autant d'occasions de développer la maîtrise de la langue orale et écrite (lexique, syntaxe...). La description de ce que l'on voit, l'élaboration du projet d'investigation, l'argumentation sont des formes essentielles du langage oral. L'élaboration d'écrits permet tout au long de la démarche de soutenir la réflexion, de structurer la pensée et d'introduire rigueur et précision dans les démarches, comme dans les argumentations. Pour cela nous proposons d'insister pour la mise en place d'un cahier d'expériences (au sens de la main à la pâte), dans lequel vont figurer les écrits intermédiaires des élèves ou des groupes et les écrits institutionnels. Ce cahier témoigne du tâtonnement de l'élève, de ses essais et erreurs. Plusieurs recherches ont pointé que le fait d'amener l'élève à revenir sur la démarche suivie, ce qui est facilité par l'utilisation du cahier d'expérience, favorisait leur réflexivité.

La mise en forme grâce à des logiciels (traitement de textes ou tableur) peut aussi contribuer à valoriser les productions des élèves et participer à la formation au numérique (B2i).

La découverte et la maîtrise de divers modes de représentation et de communication (textes de nature diverses, tableaux, dessins, schémas, graphiques...) sont des enjeux forts de l'enseignement des sciences et de la maîtrise de la langue. L'élève doit apprendre à extraire des informations pertinentes de ces différents supports et développer un regard critique.

Références au socle :

Domaine 1

-Maîtriser la langue française

La maîtrise de la langue française [...] repose sur un enseignement spécifique mais relève aussi de la pratique de tous les autres enseignements.

Il [l'élève] a été entraîné à affiner sa pensée au moyen de l'écrit.

octobre 14

Il [l'élève] emploie un vocabulaire juste et précis.

Notons que le renforcement des liens entre sciences et maîtrise de la langue correspond à une demande des enseignants : « L'étude de la langue, quel que soit le cycle, est jugée déconnectée de la transversalité des apprentissages parce qu'elle est trop technique, insuffisamment mise en lien avec l'ensemble des champs disciplinaires enseignés. » (Consultation nationale sur les programmes de l'école primaire, MEN, 2013).

Ordre de présentation des contenus

Si les contenus sont nécessairement présentés dans un ordre donné, il ne s'agit pas de propositions de progressions. En revanche certains sujets doivent être traités avant d'autres, pour des questions de cohérence, cela est précisé autant que possible dans les propositions qui suivent.

Certains sujets nécessitent un niveau d'abstraction important, et dans certains cas le développement psychologique de l'élève ne permet pas d'aborder ces notions avant un certain âge. C'est le cas par exemple pour l'étude de certains phénomènes astronomiques, qui mettent en jeu des mouvements de rotation complexes pour de jeunes élèves, qui nécessite des capacités de décentration importantes, ou encore pour la théorie de l'évolution, qui nécessite de penser des processus progressifs sur des temps longs, peu perceptibles à l'échelle de la vie humaine, ces deux sujets sont donc proposés en cycle 3. Lorsque c'est le cas nous précisons entre parenthèses le niveau auquel nous suggérons d'étudier ces notions en le justifiant.

D'autres sujets, comme par exemple la sexualité et la reproduction humaine, sont traités en fin de cycle 3 : d'une part car ils nécessitent une certaine maturité intellectuelle et affective, d'autre part car ils apportent des réponses aux interrogations des élèves concernant les changements qu'ils vivent lors de la puberté, informations qui ne sont parfois pas apportées par les familles.

Nous avons aussi essayé de mettre en cohérence les contenus en sciences et les programmes des autres disciplines. Cela a été fait sur la base des programmes de 2008, il faudra donc être vigilant lors de la rédaction des programmes dans leur ensemble de ne pas perdre cette cohérence. Par exemple le travail sur le système solaire est placé en CM2 lorsque les élèves ont travaillé sur les grands nombres, la proportionnalité, les échelles ; le travail sur les chaînes alimentaires à un moment où les élèves maîtrisent la forme passive...

Paliers

Concernant l'identification de paliers dans les apprentissages, outre la répartition cycle2/cycle 3 qui s'est faite sur la base de connaissances sur le développement de l'enfant, on peut identifier deux paliers essentiels :

Le passage du perceptible au non perceptible (fin du cycle 2 – cycle 3)

On étudiera les phénomènes sensibles avant de passer à l'étude de phénomènes non perceptibles qui nécessitent un niveau d'abstraction supérieur. Par exemple on abordera d'abord l'air à travers ses manifestations sensibles (vent, bulles), on se limitera au cycle 2 aux états solides et liquides de l'eau, en réservant l'étude de la vapeur d'eau (gaz invisible) au cycle 3. De même, le travail sur la conservation de la matière au cours d'une dissolution ne sera abordé qu'en fin de cycle 2. Concernant le corps humain on étudie dans un premier

octobre 14

temps le corps dans sa globalité et les parties visibles du corps (dents, membres) avant d'aborder les organes internes (systèmes digestif, respiratoire...) au cycle 3.

Le passage du niveau macroscopique au niveau microscopique (cycle 3 – cycle 4)

Plusieurs recherches ont montré les difficultés d'appropriation par les élèves du modèle particulaire (on peut citer par exemple les travaux de Chomat, Méheut, Larcher). On peut considérer qu'il y a là un palier et nous proposons de continuer à n'introduire le modèle particulaire qu'au cycle 4.

Cette même difficulté du passage au microscopique se retrouve en biologie lorsqu'on aborde le concept de cellule. Les problèmes de taille des éléments et d'échelle d'observation sont des difficultés récurrentes : pour aborder la notion de cellule il faut maîtriser la notion d'échelle, c'est-à-dire comprendre que la cellule qui est représentée constitue un grandissement d'une structure non visible à l'œil nu. Le niveau cellulaire n'étant pas observable directement par nos sens, il nécessite l'utilisation d'un instrument, le microscope, matériel coûteux, dont les écoles sont dépourvues. Par contre, les collèges sont tous équipés de microscopes.

Notons que des études ont montré que le modèle de cellule « en œuf au plat » qui est fréquemment présenté aux élèves constitue par la suite un obstacle à la compréhension de la diversité cellulaire (P. Clément). Il faut donc veiller lors de la première présentation de ce concept aux élèves à ne pas se limiter à un stéréotype mais privilégier des observations de cellules variées au microscope par les élèves.

Nous proposons donc de maintenir l'étude de la cellule en classe de 6ème et de rester au niveau de l'organisme et des organes à l'école élémentaire.

Démarches d'investigation

Un point semble à clarifier sur l'emploi qui est fait des termes démarche scientifique et démarche d'investigation (DI). Les démarches scientifiques sont les démarches par laquelle les scientifiques élaborent les connaissances scientifiques. La démarche d'investigation est une démarche d'enseignement qui vise à mettre l'élève dans une situation proche de celle d'un chercheur. A partir d'un questionnement les élèves mettent en œuvre une investigation pour résoudre le problème posé et ainsi construire un certain nombre de connaissances et de compétences. A l'école les modes d'investigation sont multiples et doivent être explicités dans les programmes, car on observe chez les enseignants comme dans certains textes officiels des amalgames entre investigation et expérimentation par exemple. Les modes d'investigation à l'école peuvent être les suivants : observation, directe ou assistée par des instruments, avec ou sans mesure, expérimentation, modélisation, recherche documentaire, enquêtes et visites, analyse d'objets techniques, recherche d'une solution technique, conception et fabrication d'objets. Certes l'expérimentation doit être privilégiée aussi souvent que possible, mais cela n'est pas le seul mode d'investigation et cette démarche n'est pas possible ni pertinente systématiquement.

Cette méthode d'enseignement fondée sur l'investigation, préconisée pour l'enseignement des sciences dans de nombreux pays, s'appuie sur les recherches sur le développement de l'enfant et l'apprentissage et sur des fondements socio-constructivistes. Elle a été influencée à divers niveaux par les travaux de Piaget, Dewey et Vygotski notamment. Pour plus de précisions sur les influences de la psychologie et de l'épistémologie sur le constructivisme qui sous-tend l'enseignement des sciences fondé sur l'investigation voir Bächtold (2012). Elle accorde une place importante au questionnement de l'enfant et à la prise en compte de ses conceptions initiales, en s'appuyant notamment sur les travaux de Bachelard.

octobre 14

Depuis de nombreuses années, des recherches en didactique des sciences et des technologies se sont développées sur des thématiques liées à la démarche d'investigation (problématisation, conceptions, raisonnements, obstacles, rôle de l'expérience, mesure, modélisation, argumentation, interactions langagières, rôle de l'écrit,...) et elles permettent d'étayer nos propositions.

La DI permet en outre aux élèves de comprendre, dans une certaine mesure, les modes d'élaboration des connaissances scientifiques et la nature des sciences et de les sensibiliser à la démarche scientifique. Cela permet d'une part de favoriser les apprentissages : comprendre comment les connaissances ont été élaborées permet aux élèves de mieux en saisir la signification et le statut (par exemple, leur domaine d'application et leur caractère évolutif). D'autre part cela contribue à donner aux élèves le goût des sciences : la DI permet en effet de donner une image plus vivante et plus riche des sciences (voir par exemple les travaux de Ledermann et al.)

Il faut tout de même être conscient que l'élève n'est pas dans la situation exacte du chercheur, ne serait-ce que parce qu'il sait que la connaissance qu'il doit construire par le biais de cette démarche est connue de l'enseignant. En outre pour des raisons de temps et de faisabilité on est amené en classe à conclure à partir d'une expérience unique, mais il faudra veiller à ne pas laisser croire aux élèves que les sciences s'élaborent de façon isolée, à partir d'une expérience unique. On prendra donc soin dans certaines situations de multiplier les expériences, de confronter les résultats obtenus en classe avec le savoir établi lors des phases de généralisation, etc. Un autre point sur lequel il faut être vigilant dans la mise en œuvre des investigations est spécifique de la démarche expérimentale : il est important de confronter les élèves à des hypothèses qui ne sont pas validées par l'expérience (par exemple la température de l'eau qui bout ne dépend pas de la puissance ni de la durée du chauffage) et de ne pas tester en classe uniquement les hypothèses « correctes » qui vont être validées par l'expérience. Il est aussi nécessaire de laisser les élèves tâtonner, explorer différentes pistes, même si cela prend du temps, l'erreur ayant un rôle constructif pour les apprentissages, à l'instar de ce qui se passe en sciences.

Par ailleurs, il n'est pas aisé de situer la place de la démarche d'investigation en technologie. En particulier, le sens donné aux différentes démarches, investigation, résolution de problème technique, conception... n'est pas toujours explicite et diffère selon les références. Au-delà de ce rapport, il conviendrait de clarifier la place des démarches d'investigation dans l'enseignement technologique.

Malgré toutes les précautions évoquées ci-dessus et les difficultés de mise en œuvre de ces démarches par les enseignants, pointées par de nombreuses recherches (voir par exemple Calmette et al., 2012, Grangeat et al., 2013), nous considérons qu'à l'heure actuelle il est toujours pertinent de préconiser un enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Cette démarche permet aux élèves d'être acteurs de leurs apprentissages, de construire des connaissances et des compétences, et de leur donner du sens. Notons que la mise en œuvre de ces démarches est complexe et qu'il est donc essentiel de développer la formation initiale et continue des enseignants sur ce point.

Le terme de démarche d'investigation est parfois employé pour les trois cycles. Il faut être conscient que la démarche mise en œuvre en maternelle et en cycle 3 n'est pas la même. En maternelle on peut considérer qu'il s'agit encore d'une démarche de découverte et l'emploi du terme DI conduit certains enseignants à calquer la démarche proposée en cycle 3 sur de très jeunes élèves, ce qui n'est pas à leur portée. Même au cycle 2, les élèves ne peuvent pas mettre en œuvre une démarche aussi élaborée qu'au collège et au lycée. L'emploi du terme DI a tout de même du sens à ce niveau, mais on n'attendra pas des élèves les mêmes

octobre 14

compétences. Par exemple si les élèves de cycle 2 sont capables d'émettre des hypothèses et d'élaborer des protocoles expérimentaux simples, il est difficile avant le cycle 3 de travailler la capacité à isoler des variables. Il est important de préciser qu'on met en œuvre du cycle 1 au cycle 3 des démarches de plus en plus complexes pour éviter de rencontrer dès la maternelle des expériences qui ne sont pas encore à la portée des élèves, par exemple sur les facteurs qui influent sur la germination des graines.

De la même manière, les compétences liées à la schématisation s'élaborent progressivement du cycle 1 au cycle 3. On n'attendra pas nécessairement des élèves la maîtrise de toutes les conventions de schématisation en fin de cycle 3 (par exemple on n'introduira pas la schématisation conventionnelle des circuits électriques qui relève du cycle 4), mais progressivement les élèves doivent apprendre à passer du dessin au schéma : sélectionner les données qui figurent sur le schéma, le légènder etc.

Rapport au réel

L'observation et la manipulation du concret, du réel sont essentielles à l'école. En effet, si les élèves peuvent trouver sur Internet certaines informations ou illustrations pour répondre à leurs questions, le rapport direct au réel doit être une des priorités de l'enseignement des sciences dans la mesure où le réel est l'objet dont traitent les sciences, sur lequel elles se fondent.

Concernant l'étude du vivant, s'il n'est pas question de réaliser des dissections ou des expériences sur des animaux notamment suite au décret n°2013-118 du 1^{er} février 2013 relatif à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques, il reste beaucoup de possibilités comme les dissections de graines ou de fleurs, l'observation d'animaux mis en élevages et accueillis toute l'année ou pour un temps court (dans le respect de la note de service n°1985-179 du 30 avril 1985 sur les animaux en classe et des textes régissant les statuts des espèces protégées). Il est aussi tout à fait possible d'observer et de manipuler pour répondre à un questionnement des organes disponibles dans les étals des supermarchés comme par exemple : cœur de mouton ou de volaille, des avant cages thoraciques de lapin pour l'observation des poumons, des pattes de lapins ou de grenouille, des poissons...

Les sorties sur le terrain sont aussi essentielles à la fois pour aborder certains concepts (biodiversité, action de l'homme sur le milieu, répartition des êtres vivants...) et pour développer des compétences (observer, recenser des informations, respect des êtres vivants dans leur milieu). Les sorties peuvent se dérouler dans l'environnement proche des élèves, elles leur permettent de prendre conscience de la présence des êtres vivants, de leurs interrelations, et de leur évolution aux différentes saisons... Les prélèvements seront effectués dans le respect des réglementations et de manière raisonnée et doivent permettre de préserver la biodiversité du milieu.

Dans le domaine des objets techniques il est aussi essentiel que les élèves manipulent les objets et qu'ils les utilisent en contexte, quand cela s'y prête qu'ils les démontent et les remontent. Lors des activités de fabrication les élèves doivent apprendre à utiliser des outils adaptés à leur âge en toute sécurité et à discuter l'adéquation des matériaux utilisés à la fonction de la pièce ou de l'objet et aux moyens techniques dont ils disposent. Cela passe là aussi par des activités concrètes en classe. Si certains sujets se prêtent à l'utilisation de simulations, leur usage ne devra pas se substituer à la manipulation du réel et aux fabrications. Certains domaines se prêtent particulièrement à la mise en œuvre de démarches expérimentales, c'est le cas par exemple de la matière, quel que soit le cycle, ou de l'énergie. Là encore la manipulation du réel est essentielle et peut se faire sur la plupart des sujets avec du matériel de récupération ou très peu coûteux. Enfin dans certains domaines, par exemple

octobre 14

celui du ciel et de la Terre, on ne peut pas expérimenter directement sur le réel (Terre, Soleil). Cependant l'observation du réel est primordiale et c'est la mise en relation de l'observation des phénomènes astronomiques quotidiens et des modèles explicatifs qui constitue l'enjeu essentiel de cet enseignement. Ce sujet se prête ainsi à des démarches de modélisation : les élèves vont élaborer des modèles, les faire fonctionner puis les confronter au réel.

Liens sciences société

La question des liens entre sciences et société est largement discutée dans la communauté scientifique comme dans les médias et se doit d'être prise en compte dans les programmes.

Les objectifs généraux de l'enseignement des sciences et de la technologie sont à la fois de doter les élèves de connaissances scientifiques nécessaires pour comprendre et décrire le monde qui les entoure mais aussi de contribuer à la formation du citoyen. Il s'agit de faire acquérir aux élèves une culture scientifique leur permettant de participer aux débats et aux choix de société et de développer leur pensée critique, notamment les amenant à saisir la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part.

L'enseignement des sciences vise également à rendre les élèves responsables, vis-à-vis de l'environnement et de la santé notamment : « [L'élève] est conscient de l'impact de l'activité humaine sur l'environnement, de ses conséquences sanitaires et de la nécessité de préserver les ressources naturelles et la diversité des espèces. [...] Il a compris que la santé repose sur des fonctions biologiques coordonnées susceptibles d'être perturbées par les facteurs physiques, chimiques, biologiques et sociaux de l'environnement. ». Les enseignements scientifiques contribuent ainsi aux *éducations à* (développement durable, santé, sécurité, médias). La spécificité des *éducations à* réside dans le développement de connaissances et de compétences pour mener des raisonnements sur les questions complexes ainsi que de comportements citoyens et responsables, au niveau individuel et collectif. Les enseignants doivent « éduquer *au choix* et non [...] *enseigner des choix* » (MEN, 2007).

Les élèves doivent aussi prendre conscience du fait que l'évolution des connaissances scientifiques et techniques a des répercussions sur les activités humaines et l'organisation des sociétés et soulève des questions éthiques. L'enseignement des SET doit donc prendre en charge explicitement la question des liens sciences société et amener les élèves à prendre conscience des liens étroits qui unissent l'activité humaine et l'organisation des sociétés.

En nous appuyant sur ces différents points, nous présentons en annexe les listes de connaissances et de compétences qui peuvent être attendues en fin de cycle 2 et de cycle 3.

Pour chaque cycle nous présentons tout d'abord une liste succincte des connaissances visées puis une liste plus détaillée dans laquelle nous explicitons pour chaque sujet le niveau de maîtrise qui peut être visé. Nous indiquons notamment le vocabulaire, de façon à cibler le niveau de formulation visé, et quand cela s'y prête les liens possibles avec les autres disciplines. Nous explicitons aussi quand cela s'y prête les raisons qui amènent à proposer les différentes connaissances et compétences aux différents niveaux et les grands enjeux associés. Ces listes sont structurées par grands domaines de connaissance. Elles sont suivies des listes de compétences associées.

Annexe 1 : liste succincte des connaissances attendues en fin de cycle 2

Annexe 2 : liste détaillée des connaissances attendues en fin de cycle 2

Annexe 3 : liste des compétences attendues en fin de cycle 2

Annexe 4 : liste succincte des connaissances attendues en fin de cycle 3

octobre 14

Annexe 5 : liste détaillée des connaissances attendues en fin de cycle 3

Annexe 6 : liste des compétences attendues en fin de cycle 3

Le nombre de sujets traités est important. Cela n'est réalisable que si des horaires suffisants sont affichés ; cela dépend en outre des choix qui seront faits pour la 6^{ème}. Nous proposons ici une liste correspondant aux connaissances et compétences que nous considérerons comme devant être maîtrisées en fin de cycle 3, elle devra être rediscutée si les horaires ne permettent pas de traiter ces sujets dans le cadre d'une DI.

octobre 14

2) Quels sont selon vous les points positifs et négatifs que vous voyez dans les programmes de 2002 ? Dans ceux de 2008 ?

Points positifs des programmes de 2002 et de 2008

La structuration des programmes de sciences

Le domaine de la « découverte du monde », intégrant différentes disciplines dont les sciences expérimentales et la technologie, qui existe depuis les programmes de 2002, permet d'avoir au début de la scolarité (cycles 1 et 2) une approche globale de la découverte du monde avant l'émergence progressive des disciplines académiques telles qu'elles existent au collège et au lycée. Les disciplines scientifiques sont ensuite abordées au cycle 3 avec une approche intégrée des sciences et de la technologie, avant la séparation en physique-chimie, SVT et technologie qui intervient au collège. Aussi ces intitulés, « découverte du monde » pour le cycle 2 et « sciences expérimentales et technologie » pour le cycle 3 sont repris dans les propositions faites ci-dessous.

Les démarches préconisées pour l'enseignement des sciences

Ce point a déjà été évoqué en partie ci-dessus et ne sera pas repris ici, dans la mesure où la démarche d'investigation, introduite en 2002 et reprise en 2008, fait consensus, même si plusieurs études montrent que sa mise en œuvre est parfois caricaturale, et que la question du niveau de guidage des enseignants devra être abordée dans les documents d'accompagnement. En outre cette démarche est mentionnée dans le projet de socle.

L'équilibre entre objectifs de connaissances et de compétences

Après plusieurs évolutions des programmes de sciences depuis les leçons de choses, le programme de 2002 a réussi à trouver un équilibre entre objectifs de connaissances et de compétences, équilibre qui persiste dans le programme de 2008. Il permet aux élèves de s'approprier un certain nombre de connaissances fondamentales en sciences expérimentales et en technologie et de développer des compétences dans ce domaine.

Les contenus abordés dans ces programmes sont centrés sur l'expérience quotidienne de l'élève, et abordent des sujets essentiels pour leur permettre de connaître et comprendre le monde dans lequel ils vivent, ainsi que les grands défis de l'humanité, et d'avoir une attitude responsable vis-à-vis de l'environnement et de la santé.

Points forts des programmes de 2002

Les documents d'accompagnement et d'application

Une des réussites de ces programmes a été liée à la richesse des documents d'application et d'accompagnement associés. Ces divers documents ont constitué une aide précieuse pour les enseignants. Les fiches connaissances, qui pointent les difficultés des élèves et les enjeux essentiels d'apprentissage, gagneraient à être réactualisées en fonction des nouveaux programmes et des connaissances actuelles de la recherche en éducation. De la même manière les documents d'application qui explicitent de façon détaillée les niveaux de maîtrise des connaissances et compétences permettent de trouver un compromis entre des programmes synthétiques, compréhensibles par les non spécialistes, notamment les parents, et des outils plus précis et fonctionnels à destination des enseignants. On peut citer aussi le site de la « Main à la pâte » qui fournit depuis plus de 10 ans une aide précieuse aux enseignants pour la mise en œuvre de ces programmes.

octobre 14

Liens entre sciences et maîtrise de la langue

Les programmes de 2002 mettaient fortement l'accent sur les liens entre sciences et maîtrise de la langue. Les documents d'application et d'accompagnement associés explicitaient les apports réciproques, par exemple en pointant que « Le renforcement de la maîtrise de la langue est un aspect essentiel de la méthode mise en œuvre [la DI]. », ou réciproquement le fait que tout au long de la démarche « l'élaboration d'écrits structure la pensée. ». Ces documents pointaient notamment le fait que « De nombreux maîtres remarquent les progrès que font, dans la maîtrise du langage, les élèves qui pratiquent les sciences expérimentales et qui doivent, tout au long du cycle, dire et écrire (sur leur « carnet d'expériences ») l'aventure scientifique qu'ils vivent. ». Le cahier d'expérience est toujours évoqué en 2008 mais sans que les programmes explicitent les enjeux spécifiques liés à la maîtrise de la langue. On trouvait en outre, dans les documents d'accompagnement et d'application, des textes qui listaient les phases de la DI et le type d'activités scientifiques qui peuvent contribuer à la maîtrise de la langue, qu'il s'agisse de la maîtrise de l'écrit ou de l'oral, en s'appuyant sur des exemples.

Nous ne développons pas ces points ici, mais l'accent mis sur les liens entre sciences et maîtrise de la langue nous semble être un point fort des programmes de 2002. Il est en effet essentiel de mettre l'accent sur le fait que toutes les disciplines doivent contribuer aux apprentissages fondamentaux et notamment de la maîtrise de la langue et qu'il ne s'agit pas de temps pris sur ces apprentissages.

Liens entre sciences et mathématiques

Les programmes du cycle 3 regroupaient tous les enseignements scientifiques (mathématiques et sciences expérimentales et technologie) sous un même « chapeau » : « éducation scientifique ». Cela pourrait être repris dans les futurs programmes pour permettre notamment aux parents d'identifier dans les programmes ce qui relève de la culture scientifique et technique. Les documents d'application explicitaient aussi les enjeux de l'articulation entre mathématiques et SET.

Points positifs des programmes de 2008

Intégration plus explicite des liens sciences-société

Ces programmes intègrent davantage que les précédents la question des liens sciences-société, notamment des problématiques liées à l'éducation au développement durable (EDD). Certes il n'est pas forcément nécessaire de faire de l'EDD une partie à part mais ce programme a l'intérêt de pointer les différents sujets à aborder avec une perspective d'EDD.

Vocabulaire

Les précisions sur le vocabulaire à introduire pour chaque partie en 2012 est intéressante en particulier parce qu'elle évite l'éventuelle dérive consistant à introduire trop de termes scientifiques au détriment de la compréhension des phénomènes. Certes l'acquisition d'un vocabulaire spécifique des sciences est un objectif mais il n'est pas nécessaire d'introduire certains termes avant le cycle 4. Par exemple dans le thème sur la circulation du sang, le terme général de vaisseau sanguin est suffisant car le concept central est celui de circulation. Il est inutile de détailler les termes « artère » et « veine », surtout si on ne définit pas également les capillaires. En effet, on risque alors d'entretenir l'idée d'un système vasculaire non clos. Les rôles différents de ces trois types de vaisseaux seront abordés en cycle 4.

octobre 14

Points négatifs des programmes de 2008

Leur caractère trop succinct

Un des reproches que l'on peut faire à ces programmes est leur caractère extrêmement succinct. Certes ils sont synthétiques mais les enseignants ont eu les premières années de grandes difficultés à cerner le niveau de maîtrise des connaissances et compétences attendus. Cela ressort d'ailleurs de la consultation nationale sur les programmes de l'école primaire parue en 2013. Les progressions de 2012 qui ont apporté des précisions ne sont arrivées que très tardivement. De la même manière, si les programmes mentionnaient le terme de DI, ils n'explicitaient pas leurs attentes. Les enseignants ont continué à s'appuyer sur les documents d'application et d'accompagnement de 2002 pour faire face à ce manque mais ils sont parfois en décalage avec les programmes (changements de niveau, disparition et apparition de certains contenus...).

Les progressions de 2012 ont apporté des précisions sur le niveau de maîtrise de connaissances attendu mais elles ont l'inconvénient de figer un certain nombre de choses alors que sur certains points la liberté pédagogique des enseignants peut les conduire à d'autres choix tout aussi pertinents. Plutôt qu'une progression figée il semble préférable de préciser les ordres incontournables, d'expliquer ce qui fait la cohérence de certaines parties, les parties complexes qu'il vaut mieux traiter en fin de cycle, et de laisser les enseignants composer avec ces éléments en fonction du contexte local etc.

De plus ces progressions proposent sur certains sujets un morcellement qui, s'il peut être pertinent pour certains concepts complexes, finit par « atomiser les savoirs ». Par exemple les notions géologiques de séismes, volcans et de risques liés à ces manifestations de l'activité terrestre, sont actuellement réparties sur les 3 années du cycle 3 ce qui amène parfois des activités redondantes : il est difficile de n'aborder que les risques sans décrire les manifestations d'une éruption volcanique par exemple, ou encore de travailler sur les risques sans aborder les moyens de prévention.

Déséquilibre cycle2/cycle3

Le déplacement du cycle 2 au cycle 3 d'un certain nombre de contenus, vraisemblablement motivé par la volonté de recentrer le cycle 2 sur les apprentissages fondamentaux, a conduit à un déséquilibre trop important entre les deux cycles. Un certain nombre de domaines pourraient réintégrer le cycle 2 pour plusieurs raisons, d'une part parce que ces contenus sont accessibles et adaptés aux élèves de ces âges, et d'autre part parce que ces domaines permettent de développer un certain nombre de connaissances et de compétences essentielles qui relèvent des apprentissages fondamentaux (cf. ci-dessous) : structuration de l'espace, traitement des données, schématisation,... De plus le cycle 2 intègre maintenant le CE2, cela amène à déplacer certaines parties. Nous avons considéré dans les propositions jointes en annexes des programmes qui correspondent à deux séquences de sciences par période.

De plus la suppression de certains contenus du cycle 2 entraîne un manque de continuité sur certains sujets, par exemple en ce qui concerne le corps humain, les élèves abordaient le schéma corporel en maternelle et en cycle 3 mais n'étudiaient plus le corps humain en cycle 2 (de même pour l'air).

Suppression de certains contenus essentiels

Si on se penche sur les contenus des programmes il y a eu entre 2002 et 2008 relativement peu de changements en sciences expérimentales et technologie, en tout cas moins que dans d'autres disciplines. Cependant certains allègements et suppressions posent problème et ne

octobre 14

paraissent pas pertinentes au vu des objectifs du socle commun de connaissances et de compétences. Par exemple l'étude de la boussole est importante pour la structuration dans l'espace (lecture de cartes notamment) et nécessaire pour aborder l'astronomie.

Concernant les éléments liés à la théorie de l'évolution des êtres vivants, dont la suppression dans les programmes de 2008 a provoqué de nombreuses réactions, il est important d'aborder ce sujet dès le cycle 3 notamment pour doter les élèves de connaissances scientifiques leur permettant de se prémunir contre les dérives sectaires. Ce sujet est difficile à appréhender par des élèves jeunes, aussi nous proposons une progression sur le cycle 3 en commençant en CM2 par l'étude des fossiles, qui sont familiers des élèves, au moins par leur traitement médiatique (les dinosaures par exemple). Le thème des fossiles a été placé dans la partie biodiversité pour montrer que cette biodiversité a changé au cours de l'histoire de la Terre. La notion d'évolution et la classification du vivant, qui est basée sur les parentés entre groupes, sont abordées en même temps en classe de 6^{ème} : cela semble plus cohérent que les programmes de 2008 qui dissocient ces deux sujets. Les mécanismes de l'évolution sont abordés plus tard en collège.

Incohérences au sein des programmes de sciences ou par rapport aux programmes des autres disciplines

Il y a un certain nombre d'incohérences liées à l'ordre d'introduction des savoirs au sein même des SET ou en lien avec les autres disciplines. Par exemple il n'est pas logique d'aborder l'air après la respiration, ou encore de traiter l'évaporation avant l'air. De la même manière aborder le système solaire et ses dimensions et en réaliser des maquettes nécessite la maîtrise des grands nombres et de la proportionnalité (échelles). En SVT, l'étude de la classification du vivant au CM2 est actuellement refaite de la même manière en 6^{ème}.

3) Pourriez-vous décrire explicitement et concrètement quelques situations exemplaires, qu'il serait possible de relier aux contenus essentiels proposés dans les programmes ?

Nous proposons en annexe plusieurs scénarios de séquences correspondant à quelques contenus essentiels des programmes. Le délai très court dans lequel ce rapport a été réalisé n'a pas permis d'homogénéiser le niveau de détail de ces propositions mais il s'agit ici de donner des exemples de situations possibles, mettant en œuvre une DI et permettant de construire les connaissances et compétences visées. Notons qu'il ne s'agit pas de séquences « exemplaires », si tant est que cela puisse exister, mais de propositions qui visent à montrer la faisabilité des démarches proposées, tout en tenant compte des contraintes de temps, de matériel... que rencontrent les enseignants. Les liens avec la maîtrise de la langue, et notamment la question des traces écrites, ne sont pas développés dans la présentation des séquences par manque de temps malgré leur importance (cf. question 1).

Pour chacune de ces propositions nous explicitons ci-dessous les raisons pour lesquelles nous avons choisi ces sujets. Nous avons notamment cherché à illustrer les différents types d'investigation que l'on peut mettre en œuvre, ces situations portent en outre sur différents domaines et s'adressent aux différents niveaux. Nous avons choisi des exemples qui ne nécessitent pas trop de matériel, qui sont identifiés par les enseignants comme difficiles (cf. synthèse de la consultation nationale sur les programmes de l'école primaire, MEN, 2013), ou suscitant de très vives controverses publiques, ou encore des sujets qui permettent de faire des liens entre les disciplines (mathématiques, histoire...) ou d'aborder des problématiques liées aux liens sciences société et à l'EDD.

Les situations proposées sont les suivantes.

Le ciel et la Terre - cycle 3

Le mouvement du Soleil sur une journée et son explication par la rotation de la Terre sur elle-même

Nous avons choisi cette situation pour plusieurs raisons. D'une part elle permet d'illustrer plusieurs modes d'investigation possibles (observation, modélisation, recherche documentaire) pour expliquer un phénomène des plus quotidiens, celui du mouvement du Soleil dans le ciel au cours d'une journée, l'essentiel étant ici d'amener les élèves à mettre en relation l'observation et le modèle enseigné (modèle héliocentrique). D'autre part cette séquence est un exemple des liens possibles entre sciences expérimentales et histoire. Elle permet aussi d'amorcer avec les élèves une réflexion sur la façon dont les connaissances scientifiques sont construites et évoluent, sont parfois remises en cause, sur le statut des connaissances scientifiques et sur la notion de modèle. Ce travail contribue en outre à la structuration de l'espace et du temps. Enfin il nous semble pertinent de proposer des ressources sur ce sujet car certains enseignants se disent démunis pour aborder le domaine de l'astronomie avec leurs élèves (consultation nationale sur les programmes de l'école primaire, 2013).

Cette proposition s'appuie sur des recherches en didactique de l'astronomie (notamment sur la thèse de H. Merle).

Energie – cycle 3

Cette situation permet d'illustrer plusieurs modes d'investigation possibles (recherche documentaire, démarche expérimentale). Nous avons aussi choisi ce sujet car il permet de

octobre 14

mettre en évidence avec les élèves les liens sciences-société et d'aborder avec eux des problématiques de développement durable. Enfin il s'agit là encore d'un sujet sur lequel certains enseignants se disent démunis (consultation nationale sur les programmes de l'école primaire, 2013), et qui est particulièrement complexe du point de vue de la physique et difficile à enseigner. En particulier il y a souvent des confusions entre les différents concepts liés à l'énergie, même dans des textes officiels.

Découverte du monde des objets – cycle 2

Conception et fabrication de petites voitures (ou plus généralement de véhicules roulants)

Les raisons du choix de cette situation sont multiples. Elle met en œuvre une démarche de conception et de fabrication d'un objet technique (fabrication à partir d'un cahier des charges), accessible dès le cycle 2, voire la fin du cycle 1. Cette fabrication est très motivante pour les élèves et ils peuvent mobiliser, lors de cette séquence, leurs connaissances concernant ces jouets parmi les plus usuels. Cette réalisation nécessite peu de matériel, essentiellement du matériel de récupération. Enfin et surtout elle met en jeu un mécanisme technique essentiel : le système roue/essieu.

Objets techniques - cycle 3

Fabrication d'un objet technique, le pied à coulisse

Nous avons choisi cette situation pour plusieurs raisons. D'une part elle illustre une démarche technologique de conception et de fabrication d'objet bien adaptée au cycle 3 (école comme 6^{ème}). D'autre part cette séquence est un exemple des liens possibles entre SET et mathématiques. En effet elle permet une réflexion sur les grandeurs et la mesure et notamment sur la notion d'incertitude, dont nous avons pointé l'importance dans la question 1. Elle introduit en outre une réflexion sur la nature des sciences. Enfin, en liaison avec la partie des mathématiques « gestion et organisation des données » elle développe des compétences liées à l'élaboration et l'exploitation de tableaux et de graphiques (diagramme en bâtons).

Notons que l'impact de cette séquence a été évalué par une recherche avec une méthodologie d'ingénierie didactique avec des élèves de CM1 (Munier et al., IJSE, 2013).

Le fonctionnement du corps humain et la santé – cycle 3

La sexualité et la reproduction de l'humain

Parmi les différents thèmes relatifs au corps humain présents dans le programme de cycle 3, celui de la sexualité et de la reproduction présente des enjeux particuliers. En effet la mise en place de l'éducation à la sexualité à l'école primaire a été l'objet de nombreuses controverses et est régulièrement remise en cause. Récemment, les réactions de rejet ou d'incompréhension suscitées par la mise en ligne de l'ABCD de l'égalité ont bien montré la nécessaire explicitation de la place de l'école dans cette éducation qui vient en complément du rôle des familles et permet d'affirmer les valeurs de notre société.

Il est nécessaire de réaffirmer l'importance de commencer cette éducation dès l'école primaire, en cohérence avec l'ensemble de la scolarité de l'élève comme il est précisé dans la circulaire N°2003-027 du 17 février 2003. En effet entre 10 et 11 ans, les élèves en classe de CM2 deviennent adolescents, c'est l'âge où la puberté débute et les transformations de leur corps sont souvent déjà visibles. Il est donc essentiel qu'à cette étape de leur développement, avant qu'ils n'entrent dans leur vie sexuelle, ils puissent avoir des réponses à leurs nombreuses interrogations. Si les familles ont un rôle de premier plan à jouer dans cette

octobre 14

éducation, le rôle de l'école est complémentaire et essentiel. L'école apporte des données objectives et des connaissances scientifiques dans un cadre plus large que celui de la famille. Elle permet de susciter les réflexions des enfants et les aide à développer des attitudes responsables dans leur vie individuelle, familiale et sociale ; elle favorise la tolérance, le respect de soi et d'autrui. L'éducation à la sexualité à l'école est une composante essentielle de la construction de la personne et de l'éducation du citoyen. Elle permet de réaffirmer les valeurs communes de l'école : mixité, égalité, tolérance, respect.

Un des freins à la mise en place de cette éducation à la sexualité à l'école est le manque d'outils des enseignants. Ils se trouvent très souvent démunis lorsqu'ils décident d'aborder ce thème, même si généralement ils sont conscients des enjeux de la mise en place cette éducation. Les programmes et/ou les documents qui les accompagnent doivent permettre de favoriser et d'inciter les professeurs à mettre en place des activités permettant d'atteindre ces objectifs. Ces raisons différentes nous ont poussés à proposer cette séquence bien qu'il s'agisse d'un sujet sensible.

Le corps de l'enfant et la santé – cycle 2

Les mouvements corporels

Cette situation permet d'illustrer une démarche d'investigation reposant sur l'observation du réel et la modélisation d'un fonctionnement biologique. Ce sujet permet en outre de donner des exemples de liens possibles avec l'EPS, les arts visuels et l'ICM, et de montrer la contribution des sciences à l'éducation à la santé.

Notons que des exemples de séquences mettant en œuvre une DI portant sur les contenus essentiels proposés dans les programmes peuvent se trouver dans les documents d'accompagnement de 2002 (séquence sur l'air, la germination, les leviers...), sur le site de la Main à la pâte (séquences sur le développement animal, les cartes animées par exemple), et sur des sites des centres de ressource départementaux.

4) Quels sont les liens possibles avec les autres disciplines dans le cadre du projet de socle commun de connaissances, de compétences et de culture ?

http://cache.media.education.gouv.fr/file/06_Juin/38/8/CSP_Socle_commun_de_connaissances_competences_culture_328388.pdf (Vous pouvez là aussi illustrer votre propos à travers une ou deux situations qui vous paraîtraient particulièrement pertinentes).

Le projet de socle, s'il présente les objectifs généraux de la scolarité obligatoire, est assez peu précis sur les connaissances et compétences visées. Pour lister des liens possibles avec les autres disciplines (il n'est évidemment pas possible d'en proposer une liste exhaustive) nous sommes donc appuyés à la fois sur ce projet de socle et sur les programmes en vigueur pour les autres disciplines.

Dans la proposition de listes de connaissances et compétences jointes nous avons précisé au fur et à mesure, pour les sujets qui s'y prêtent, les liens avec les autres disciplines que nous avons identifiés. Certains sont aussi précisés dans les propositions de scénarios de séquences joints en annexe. Dans le tableau ci-dessous nous présentons une synthèse des liens possibles pour chacune des disciplines. Notons que les liens avec la maîtrise de la langue sont permanents, nous ne les développerons pas ici (voir question 1). Nous faisons aussi apparaître dans le tableau ci-dessous l'ensemble des sujets qui contribuent à l'EDD. Rappelons que l'EDD ne fait plus l'objet d'une partie indépendante (voir question 1).

octobre 14

Liens possibles avec les autres champs disciplinaires et contribution à l'EDD

	EPS	Arts	Mathématiques	Histoire	Géographie	ICM	EDD
Lumières et ombres	X	X	X				
Boussole	X		X	X			
Horizontale verticale		X	X				
Jour/nuit - la rotation de la Terre sur elle-même				X	X	X	
Les saisons - révolution de la Terre autour du Soleil					X	X	
Le système solaire			X				
Le volcanisme et ses conséquences sur les activités humaines				X	X		
Les séismes et leurs conséquences sur les activités humaines					X	X	
Changements d'états			X				
Mélanges et solutions					X		X
L'eau, une ressource					X		X
L'air et les pollutions de l'air.							X
Exemples simples de sources d'énergie							X
Formes et transformation de l'énergie							X
Besoins en énergie, consommation et économies d'énergie			X				X
Des manifestations de la vie chez les animaux et les végétaux				X			
Les stades du développement d'un être vivant (végétal ou animal)			X				
Présentation de la diversité du vivant							X
Les fossiles et la notion d'évolution				X			
Interactions entre les êtres vivants et leur environnement					X		X
Notions de chaînes et de réseaux alimentaires							X
Le corps de l'enfant et la santé		X	X			X	
Les mouvements corporels	X	X				X	
Première approche des fonctions de nutrition	X					X	
Reproduction des êtres humains et éducation à la sexualité						X	
Electricité				X		X	
Objets techniques		X	X	X		X	X
Etude de quelques mécanismes simples				X			
Le devenir des produits de l'activité humaine		X			X		X

octobre 14

5) Auriez-vous des recommandations à faire sur la forme et l'écriture des futurs programmes ?

Globalement les programmes de sciences de 2002 (et dans une moindre mesure de 2008) étaient plutôt bien acceptés par les enseignants, même si certains enseignants les trouvent trop lourds (cf. consultation nationale sur les programmes de l'école primaire, MEN, 2013). En particulier certains enseignants considèrent que le nombre important de sujets à traiter ne leur permet pas de mettre en œuvre une réelle DI. Les programmes de 2002, même s'ils étaient perfectibles, étaient aussi globalement appréciés par les formateurs et les chercheurs.

Il semble donc pertinent d'inscrire les nouveaux programmes dans la continuité de ceux de 2002 et 2008. Cela semble un gage d'acceptabilité d'autant plus qu'il ressort de la consultation nationale sur les programmes que les enseignants sont dans l'attente d'amélioration des programmes précédents mais en aucun cas d'une rupture brutale. Nous préconisons de continuer à privilégier autant que possible la démarche d'investigation (cf. question 1), ce qui permet une continuité de la démarche d'enseignement préconisée. Une introduction précisant ce qu'on entend par démarche d'investigation, les enjeux de ce type de démarche, les différents types d'investigation possibles, les enjeux en termes de maîtrise de la langue, etc. est nécessaire car la littérature est parfois ambiguë voire contradictoire sur ces différents points.

Il semble aussi essentiel, d'autant plus si le choix est fait d'avoir des programmes courts, accessibles pour les parents notamment, de les accompagner **dès le début** de documents complémentaires destinés aux enseignants : des fiches connaissances réactualisées, des documents qui explicitent pour chaque sujet le niveau de maîtrise des connaissances et des compétences visé, des exemples de séquences et de progressions possibles... Les documents qui accompagnaient les programmes de 2002 pourraient servir de base de travail.

Il faudra en outre préciser que si les nouveaux programmes s'inscrivent dans la continuité des précédents, ils tiennent aussi compte des difficultés rencontrées par les enseignants, des problèmes de cohérence qui se sont révélés au cours du temps, et qu'en ce sens ils en constituent une amélioration.

Il est aussi nécessaire de préserver et de mettre en avant la liberté pédagogique des enseignants, à laquelle ils sont très attachés et qui est un des principes de l'école. Cela nous amène à suggérer, plutôt que la proposition d'une progression unique, de mettre l'accent sur les éléments incontournables à prendre en compte lors de la construction d'une progression. Par exemple on pourra expliciter les ordres incontournables (certaines connaissances sont des prérequis pour aborder d'autres parties), repérer les parties qui gagnent à être abordées en lien avec les autres disciplines, les sujets qui se prêtent particulièrement au travail de certaines compétences, les sujets qui ne peuvent pas être abordés avec des élèves trop jeunes, etc., ce qui impose un certain nombre de contraintes. Pour cela les programmes et/ou les documents d'accompagnement et d'application associés devront autant que possible préciser ces différents éléments. Des propositions de progression peuvent aider les enseignants mais elles doivent avoir un statut d'exemple, et une certaine souplesse est nécessaire pour que les enseignants puissent s'adapter à des situations particulières : classes multi niveaux,...

Des propositions explicites d'articulation entre les disciplines et de projets interdisciplinaires sont aussi demandées par les enseignants et les programmes doivent expliciter des liens possibles même s'il ne peut en aucun cas s'agir de listes exhaustives, et proposer des exemples dans des documents associés.

L'accent doit aussi être mis, si on veut que les enseignants s'approprient ces nouveaux programmes, sur le fait qu'il ne faut pas voir toutes les disciplines « annexes », comme

octobre 14

indépendantes du travail sur les fondamentaux. Elles y contribuent bien évidemment et le fait de multiplier les approches dans le domaine de la maîtrise de la langue permet à la fois de mettre les élèves devant des écrits dont la présentation, le statut ou l'utilisation sont variés mais aussi de leur faire produire des écrits dont le contexte de production ou la forme (schéma, tableau ...) complèteront leurs productions dans un cadre « littéraire ». Cela peut en outre faciliter l'entrée dans l'écrit de certains élèves.

En outre les horaires pour chaque domaine d'enseignement doivent impérativement être donnés, une proposition qui semble raisonnable est une durée de 1h30 pour le cycle 2 et de 2h à 2h30 en début de cycle 3, de 3h à 4h30 en 6^{ème}.

La question du matériel devra aussi être prise en charge dans les documents d'application, car c'est souvent un problème pour les enseignants qui ne disposent pas toujours, voire même souvent, du matériel nécessaire. Il faudra pour chaque sujet lister le matériel nécessaire et les lieux où on peut se le procurer. Beaucoup de séquences peuvent être traitées avec un matériel très simple et/ou de récupération. Il faudrait aussi, si on veut réellement développer l'enseignement des sciences et la manipulation des élèves, une volonté politique pour développer l'équipement des écoles ou pour multiplier et équiper les sites départementaux qui peuvent prêter des mallettes. On peut citer à titre d'exemple les sites départementaux de l'Hérault qui ont mis en place depuis plusieurs années un système de prêt de mallettes contenant de quoi traiter avec une classe un domaine donné (le ciel et la Terre, la matière, respiration/digestion...) qui fonctionne très bien (taux d'emprunt proche de 100%). Il faudrait aussi, comme cela a été le cas dans le cadre du PRESTE, renforcer la formation continue des professeurs en sciences expérimentales et technologie.

Enfin une consultation large des projets de programmes est aussi, bien évidemment, un gage de qualité et d'acceptabilité de ces programmes, notamment la consultation d'un panel d'enseignants, de formateurs et de chercheurs. Cela peut se faire comme pour la consultation sur les programmes de 2008 via les académies, les ESPE et les associations de chercheurs et de formateurs comme l'ARDIST, l'ANFTech, la CORFEM,, la COPIRELEM... Les propositions faites ici s'appuient sur des échanges avec plusieurs formateurs et chercheurs, mais il est nécessaire de les soumettre à la discussion des associations de chercheurs et de formateurs des différentes disciplines concernées.

Enfin concernant la forme des programmes, le fait que le cycle 3 soit à cheval sur l'école et le collège impose une présentation similaire pour le cours moyen et la sixième et par soucis de cohérence pour le cycle 3 et le cycle 4. En effet il paraît difficile d'avoir des programmes présentés différemment pour la 6^{ème} et la suite du collège alors que ces programmes s'adressent aux mêmes enseignants. Le fait que les programmes de cycle 3 s'adressent à des enseignants qui relèvent des deux ordres d'enseignement impose de réfléchir à une présentation et à un niveau de formulation permettant aux professeurs des écoles et aux enseignants du collège de se les approprier.

Les programmes du cycle 3 sont traditionnellement présentés sous forme d'une liste de connaissances suivie d'une liste de compétences. Ceux du collège sont présentés depuis plusieurs réformes en plusieurs colonnes, trois pour les programmes actuels : connaissances, capacités (ou capacités déclinées dans une situation d'apprentissage en SVT), commentaires. Cette forme est proche de celle des documents d'application des programmes de l'école primaire de 2002 (une colonne avec les connaissances et les compétences spécifiques associées et une de commentaires). On pourrait envisager une présentation sous forme de tableau :

octobre 14

- une colonne avec les connaissances visées, complétée par une liste de vocabulaire permettant de préciser le niveau de formulation visé, ou formulées directement au niveau élève
- une colonne qui explicite le niveau de maîtrise de ces connaissances et éventuellement les activités des élèves (en prenant garde de ne pas proposer une liste qui pourrait être comprise comme une succession d'activités et ainsi court-circuiter la mise en œuvre d'une réelle DI)
- une colonne de commentaires dans laquelle pourraient figurer les liens possibles avec les autres disciplines, les difficultés éventuelles des élèves, les compétences spécifiques que ces sujets permettent de travailler, les prérequis...

Ce tableau pourrait être complété par une liste de compétences devant être acquises en fin de cycle.

Quelle que soit la présentation choisie elle doit permettre aux enseignants d'avoir une idée précise du niveau de maîtrise des connaissances et compétences attendu et lui donner des pistes d'activités.

Ce travail est élaboré dans le cadre de la charte des programmes : <http://www.education.gouv.fr/cid78644/la-charte-des-programmes-adoptee-par-le-conseil-superieur-des-programmes.html>. La lettre jointe définit précisément la commande qui nous est adressée (pour le Cycle 2, le Cycle 3 ayant une commande équivalente).

Synthèse

Nous rappelons dans cette synthèse les choix qui nous ont conduits aux propositions qui suivent.

Nous avons fait le choix de proposer un programme dans la continuité des programmes de 2002 et de 2008, notamment en ce qui concerne les démarches préconisées pour l'enseignement des sciences.

Nous préconisons de conserver un enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Dans ce cadre l'observation et la manipulation du réel sont essentielles.

Dans le choix des contenus une attention particulière a été portée à la cohérence, à la continuité et à la progressivité des connaissances et compétences du CP à la 6^{ème}, et aux liens possibles avec les autres disciplines.

La question des liens entre sciences et société, largement discutée dans la communauté scientifique comme dans les médias, se doit d'être prise en compte dans les programmes. Les enseignements de SET doivent notamment contribuer aux *éducations à* (la santé, l'environnement notamment) et participer à la formation du citoyen. Le choix a été fait de ne pas présenter une partie Education au Développement Durable séparée mais d'intégrer l'éducation au développement durable dans les différentes parties.

Il est essentiel, d'autant plus si le choix est fait d'avoir des programmes courts, de les accompagner dès le début de documents complémentaires destinés aux enseignants : des documents qui explicitent pour chaque sujet le niveau de maîtrise des connaissances et des compétences visé, intégrant des exemples de séquences et de progressions possibles...

Le fait que le cycle 3 soit à cheval sur l'école et le collège nécessite de faire des propositions adaptées à des enseignants différents qui n'ont pas toujours une culture commune. En SET le fait que l'enseignement des sciences soit intégré à l'école et qu'au collège apparaissent trois disciplines distinctes dont une (la physique-chimie) uniquement en 5^{ème} rend la rédaction d'un programme de cycle cohérent particulièrement complexe et amène à questionner l'organisation de l'enseignement des SET en 6^{ème}.

octobre 14

ANNEXES

octobre 14

Annexe 1

Liste succincte des connaissances attendues en fin de cycle 2

Structuration de l'espace

Lumières et ombres
Boussole
Horizontale verticale

Découvrir le monde de la matière

Solides et liquides
Changements d'états
Mélanges et solutions
L'air

Découvrir le monde du vivant

Des manifestations de la vie chez les animaux et les végétaux
Interactions entre les êtres vivants et leur environnement
Le corps de l'enfant et la santé
La croissance
Importance des règles de vie et d'hygiène
L'alimentation
Les mouvements corporels

Découvrir le monde des objets

Objets techniques
Circuits électriques simples alimentés par des piles
Le devenir des produits de l'activité humaine : réduire les déchets, réutiliser les objets, recycler.

Annexe 2

Liste détaillée des connaissances attendues en fin de cycle 2

Dans la continuité des programmes de cycle 1, le programme de cycle 2 intègre traditionnellement une partie sur le vivant, une partie sur la matière et une partie sur les objets techniques. Ces trois parties figurent toujours explicitement dans le socle commun (elles sont mentionnés notamment dans le domaine 4, cf. infra). A ces trois parties, nous proposons d'ajouter une partie spécifique sur la **structuration de l'espace**, qui est un enjeu important de l'enseignement des sciences au sens large au cycle 2. Certes la structuration de l'espace est un objectif permanent travaillé dans les 3 parties pré-citées (matière, vivant, objets techniques) mais il nous semble qu'elle nécessite en outre un travail spécifique, sachant que plusieurs recherches ont montré les difficultés des élèves concernant les connaissances liées à l'espace (Berthelot et Salin, Marchand, Gobert...). Il ne s'agit pas de contenus supplémentaires mais d'une restructuration destinée à mettre l'accent sur le rôle important que jouent les sciences expérimentales et la technologie dans la structuration de l'espace.

Références au socle :

Domaine 1

*Il lit des **plans** (bâtiments, machines, métro, ...), se repère sur des **cartes**. Il utilise des **représentations** d'objets, d'expériences, de phénomènes naturels, comme les schémas, croquis, maquettes, patrons, figures géométriques...*

Domaine 4

*L'élève sait observer et décrire des phénomènes naturels; il s'interroge sur leurs causes. En particulier, il sait que [...] la **matière** se présente sous une multitude de formes, sujettes à transformations. Il a connaissance des **caractéristiques du monde vivant**, de son organisation complexe et de l'importante diversité des espèces vivantes.*

Aux notions clés qui structurent les sciences sont associées des applications technologiques mises au service des femmes et des hommes.

*En découvrant ce qui se cache derrière des démarches simples telles que « allumer la lumière », « jardiner », « téléphoner », l'élève développe un intérêt pour les progrès scientifiques et techniques et leurs effets au quotidien. **Concevoir et créer un objet matériel** ou un autre type de réalisation concrète, pour répondre au mieux et au plus simple à un besoin exprimé, s'adapter aux écosystèmes pour en bénéficier, met en œuvre chez l'élève l'observation, l'imagination, la créativité, le sens de l'esthétique et de la qualité, les talents manuels et le sens pratique, autant que la sollicitation des savoirs scientifiques et techniques.*

Il a appris également les principes de conception et de fabrication des objets, des biens et des services dans le cadre de l'artisanat ou de l'industrie. Il sait les mettre en œuvre pour concevoir et produire des objets tenant compte des contraintes des matériaux, des techniques et processus de production, et respectant l'environnement.

Il observe les règles élémentaires de sécurité liées aux techniques et produits rencontrés dans la vie quotidienne.

Au cycle 2, les élèves doivent acquérir des repères dans le temps et l'espace et des connaissances sur le monde. On partira de situations simples de la vie quotidienne et du

octobre 14

milieu proche et connu. Les connaissances sont construites essentiellement dans le cadre d'une démarche d'investigation qui doit prendre en compte les représentations initiales des élèves et les amener à observer le monde qui les entoure. La manipulation joue un rôle essentiel, qu'il s'agisse de concevoir et réaliser des expériences, de construire et/ou manipuler des modèles, des objets techniques Lors de ces investigations les élèves sont amenés à développer des compétences dans le domaine de la maîtrise de la langue orale et écrite : parler et écrire, en sciences, imposent à la fois un lexique exact (terminologie scientifique) et une syntaxe construite et claire. La description de ce que l'on voit, l'élaboration du projet d'investigation, l'argumentation sont autant de formes essentielles du langage oral. L'élaboration d'écrits permet tout au long de la démarche de soutenir la réflexion, de structurer la pensée et d'introduire progressivement rigueur et précision dans les démarches, comme dans les argumentations. Les travaux des élèves font l'objet d'écrits divers consignés dans un cahier d'expériences (au sens de la main à la pâte). L'élève écrit pour lui-même ses idées préalables, ses observations, ses hypothèses, ses expériences etc. Il écrit aussi pour mettre en forme les résultats acquis et les communiquer. Après avoir été confrontés à la critique de la classe et à celle, décisive, du maître, ces écrits validés prennent le statut de savoirs. Ce cahier témoigne ainsi du tâtonnement des élèves, de ses essais et erreurs et permet à l'élève de revenir sur les étapes de la DI suivie et ainsi de favoriser sa réflexivité.

L'élève utilise divers modes de communication et de représentation (textes, tableaux, dessins, schémas, graphiques simples...). La mise en forme grâce à des logiciels (traitement de textes ou tableur) peut contribuer à valoriser les productions des élèves (B2i). L'emploi d'un appareil photo numérique permet à la fois de rendre compte de la démarche (différents dispositifs testés dans le cas d'une fabrication par exemple) et des résultats de l'investigation (photographies tout au long d'une culture ou d'un élevage par exemple).

Notons que le recours à l'outil informatique doit se faire en complément (et non en substitution) du réel. Dans tous les cas possibles, le réel doit être préféré au substitut du réel (documents papier, photographies...), ce qui n'exclut pas une initiation aux divers modes de recherche documentaire.

Références au socle :

Domaine 1

-Maîtriser la langue française

La maîtrise de la langue française [...] repose sur un enseignement spécifique mais relève aussi de la pratique de tous les autres enseignements.

Il [l'élève] a été entraîné à affiner sa pensée au moyen de l'écrit.

Il [l'élève] emploie un vocabulaire juste et précis.

Pour chaque sujet nous indiquons le vocabulaire associé, de manière à cibler le niveau de formulation visé, et quand cela s'y prête les liens avec les autres disciplines. Nous utilisons pour certains de ces liens les noms des disciplines scolaires du cycle 3 (histoire, géographie, EPS, ICM...) même si certaines sont regroupées dans les programmes de cycle 2 sous le titre « découverte du monde », car nous nous basons sur les programmes actuels de cycle 2 et de cycle 3 du fait de l'intégration du CE2 dans le cycle 2.

Structuration de l'espace

Lumières et ombres

- Connaître les conditions d'obtention d'une ombre.

octobre 14

- Savoir qu'une zone d'ombre correspond à une zone qui ne reçoit pas de lumière directe issue de la source, et que de cette zone d'ombre on ne voit pas la source.
 - Savoir expliquer la variation de la forme et de la taille de l'ombre d'un objet en fonction des positionnements relatifs de la source lumineuse et de l'objet.
 - mettre en évidence l'alignement entre la source, l'extrémité d'un bâton vertical et celle de son ombre sur le sol ou un écran
 - Savoir qu'à plusieurs sources lumineuses correspondent plusieurs ombres.
- Vocabulaire : lumière, ombre, écran, source lumineuse.
 Voir pratiques artistiques et histoire des arts, arts visuels : étude d'œuvres de quelques artistes (G. de La Tour, Le Caravage,...)
 Voir EPS : activités d'orientation
 Voir mathématiques : alignement

Boussole (CE2)

- Savoir que l'aiguille de la boussole indique la direction Nord-Sud et qu'à l'échelle locale les aiguilles des boussoles sont toutes parallèles.
 - Savoir utiliser une boussole pour repérer une direction ou pour progresser dans une direction donnée en utilisant les points cardinaux.
 - Situer un objet par rapport à soi ou à un autre objet, donner sa position et décrire son déplacement : savoir que ces repérages sont relatifs (tel lieu est à l'est -ou au nord- de tel autre mais à l'ouest -ou au sud- d'un troisième).
 - Savoir orienter une carte ou un plan représentant l'espace local en s'aidant de la boussole et mettre en relation l'espace perçu et l'espace représenté.
- Vocabulaire : points cardinaux, pôle Nord, pôle Sud, direction
 Voir EPS : Adapter ses déplacements à différents types d'environnement - Activités d'orientation.
 Voir histoire géographie : Se repérer dans l'espace et le temps - représentations simples de l'espace familier, formes usuelles de représentation de l'espace.
 Voir mathématiques : ligne droite, angle

L'objectif de ce travail sur la boussole est d'aider les élèves à structurer l'espace et de les aider à mettre en relation l'espace local et l'espace représenté, sur les cartes notamment. Le travail sur l'espace représenté prend souvent une place très importante (en géographie en particulier) mais pour qu'il prenne du sens il est nécessaire de l'articuler à des activités dans l'espace vécu. Ce travail se fera en lien avec la géographie et l'EPS (parcours d'orientation). Le travail sur la boussole en tant qu'objet technique (mode de fonctionnement, fabrication), même s'il peut être intéressant, notamment pour comprendre pourquoi il ne faut pas utiliser une boussole près d'objets en fer, n'est pas obligatoire. Cet objet peut faire partie des objets étudiés dans la partie objets techniques.

Horizontale verticale (CE2)

- Ce sujet est à traiter en lien avec les notions de droites parallèles et perpendiculaires en mathématiques. Ces contenus sont des prérequis importants pour l'étude de l'astronomie, ils doivent être traités en fin de cycle 2 ou au début du cycle 3, en fonction des programmes de mathématiques.
- Savoir repérer l'horizontale par la surface libre d'un liquide au repos.
 - Savoir repérer la verticale par la direction du fil à plomb.
 - Savoir que les directions verticale et horizontale sont perpendiculaires.

octobre 14

- Savoir qu'à l'échelle de la Terre les verticales sont concourantes au centre de la Terre.
 - Concevoir et utiliser des objets techniques permettant de repérer l'horizontale et la verticale.
- Vocabulaire : niveau, fil à plomb
 Voir mathématiques : droites parallèles, droites perpendiculaires
 Voir pratiques artistiques et histoire des arts, arts visuels : étude d'œuvres de quelques artistes (P. Mondrian...), éléments d'architecture

Découvrir le monde de la matière

Concernant les états de la matière il est nécessaire, avant d'aborder les changements d'état de l'eau, de mener un travail sur les spécificités de ces états. Au cycle 2 on se limitera aux états solide et liquide de l'eau, qui sont perceptibles, l'étude de la vapeur d'eau, qui nécessite un niveau d'abstraction supplémentaire, sera abordée au cycle 3. Il est en outre nécessaire d'aborder l'air avant l'état gazeux de l'eau. Une première approche de l'existence et de la matérialité de l'air pourra être faite au cycle 2, même si le travail sur l'air, du fait de la complexité de ce concept, devra être poursuivi au cycle 3. De façon générale pour les plus jeunes on étudiera les phénomènes sensibles avant de passer à l'étude de phénomènes non perceptibles qui nécessitent un niveau d'abstraction supérieur.

Solides et liquides

- Manipuler des solides et des liquides et repérer ce qui permet de les distinguer.
- Identifier quelques ressemblances et quelques différences entre plusieurs solides, entre plusieurs liquides pour dégager certaines propriétés des liquides et des solides : les liquides coulent, ils prennent la forme des récipients qui les contiennent, leur surface libre est plane et horizontale, les solides peuvent être saisis et ont une forme propre même s'ils peuvent être déformables.

Vocabulaire : surface libre, horizontale, forme

Changements d'états

- Observer la fusion et la solidification de l'eau.
- Savoir que l'eau, sous forme liquide et sous forme de glace, est une même substance.
- Utiliser des thermomètres dans quelques situations de la vie courante ;
- Utiliser des thermomètres pour mesurer la température de l'eau placée dans diverses conditions : savoir que l'eau est liquide à une température supérieure à 0 degré et solide à une température inférieure à 0 degré.
- Connaître les états liquide et solide de l'eau dans la nature en relation avec certains phénomènes météorologiques observés (glace, neige, grêle, brouillard).
- Savoir que la fusion et la solidification de l'eau se font à température constante, connaître cette température.
- Être capable de montrer expérimentalement que lorsque l'eau se solidifie son volume augmente mais que la masse se conserve au cours de cette transformation.
- Savoir que d'autres substances peuvent passer de l'état solide à l'état liquide et inversement.

Vocabulaire : fusion, solidification, température, thermomètre

Voir mathématiques : grandeurs et mesure, organisation et gestion de données

Mélanges et solutions (CE2)

- Distinguer deux types de mélanges (solide-liquide et liquide-liquide) : homogènes et hétérogènes.

octobre 14

- Connaître quelques caractéristiques des mélanges homogènes :

Être capable de montrer expérimentalement la conservation de la masse au cours d'un mélange et en particulier d'une dissolution.

Être capable de mettre en évidence expérimentalement que la solubilité a des limites (saturation).

- Identifier les procédés permettant de séparer les constituants des mélanges homogènes et hétérogènes.

Vocabulaire : mélange, miscible, solution, soluble, dissolution, saturation, homogène, hétérogène, suspension, décantation, filtration.

Voir géographie : L'eau dans la commune, besoins et traitement

Ce travail, en lien avec la géographie, relève de l'EDD (réduire, réutiliser, recycler)

L'air

- Prise de conscience de l'existence de l'air, première manifestation d'une forme de la matière distincte du solide et du liquide. On veillera à commencer par des situations dans lesquelles l'air est perceptible (vent, bulles dans l'eau)

- Identifier par l'expérimentation certaines des propriétés qui confèrent à l'air un caractère matériel : l'air prend de la place, il peut se transvaser, il peut exercer des actions sur des objets.

Voir objets techniques

Découvrir le monde du vivant

Comme en maternelle, l'élève observe des manifestations de la vie sur lui-même, sur les animaux et sur les végétaux. L'objectif au cycle 2 est de distinguer le vivant du non-vivant par la découverte des grandes fonctions du vivant. On s'appuie sur l'observation d'animaux et de végétaux de l'environnement proche, puis lointain, sur la réalisation d'élevages et de cultures en classe ou dans un jardin d'école. Ce travail contribue à donner à l'élève des repères temporels par le suivi des cultures et des élevages et la construction de frises chronologiques du développement de ces êtres vivants. Il s'agit également de faire prendre conscience à l'enfant de certaines caractéristiques de son corps afin d'introduire quelques règles d'hygiène et de sécurité personnelles et collectives. Nous avons fait le choix de débiter l'approche fonctionnelle du corps humain en cycle 2 par l'étude du mouvement. Ce sujet se prête à des observations directes du corps de l'élève et à l'utilisation d'images médicales simples à interpréter (radiographies).

Au cycle 2 on commencera à faire percevoir aux élèves la diversité du vivant grâce à l'observation de différents animaux, végétaux et milieux et à étudier les interactions entre les êtres vivants et leur environnement. Après une première sensibilisation aux problèmes de l'environnement à l'école maternelle, l'élève prend conscience de la fragilité des milieux de vie.

Des manifestations de la vie chez les animaux et les végétaux

- Découvrir ce qui caractérise le vivant (naissance, croissance et reproduction, mort) :

pour quelques animaux ;

pour quelques végétaux.

- Identifier les régimes alimentaires de quelques animaux (végétarien, carnivore, omnivore).

- Prendre conscience de quelques besoins vitaux des végétaux.

- Observer le développement de quelques végétaux, de la graine à la plante, de la fleur au fruit, du fruit à la graine à travers la pratique de plantations.

octobre 14

- Observer le développement d'animaux, étude de deux cas : avec et sans métamorphose, en privilégiant la pratique d'élevages.

- Amorcer une réflexion éthique sur le respect du monde vivant

- Être capable de construire une frise chronologique pour présenter les phases du développement d'un animal ou d'un végétal.

Vocabulaire : naissance, croissance, reproduction, mort, végétarien, carnivore, omnivore, germination, fleur, graine, fruit, métamorphose, œuf, larve, adulte, male, femelle.

Voir histoire géographie : repères temporels (jour, semaine, saison)

Interactions entre les êtres vivants et leur environnement

À partir d'un milieu proche (cour de l'école, jardin, parc, friche urbaine, forêt, mare...) :

- Identifier ce qui est animal, végétal, minéral ou construit par l'Homme

- Constater la diversité des êtres vivants présents

- Identifier à l'aide de critères morphologiques quelques êtres vivants qui le peuplent ;

- Observer quelques relations alimentaires entre êtres vivants.

- Identifier et classer différentes relations alimentaires (un végétal mangé par un animal, un animal mangé par un autre animal).

- Établir des relations de prédation.

- Savoir que respecter les êtres vivants passe par le respect de l'environnement dans lequel ils vivent.

Vocabulaire : milieu (forêt, mare, ruisseau...), prédateur, proie, animal, végétal, minéral

Voir géographie : réalités géographiques locales, paysages

Ce travail, en lien avec la géographie, relève de l'EDD (évolution des paysages, biodiversité)

Le corps de l'enfant et la santé

Il s'agit de faire prendre conscience à l'enfant de certaines caractéristiques de son corps afin d'introduire quelques règles d'hygiène.

La croissance

- Prendre conscience de l'augmentation de la taille, de la masse, de la pointure

- Mesurer la croissance de son corps

- Constater les modifications de la denture et hygiène dentaire

Vocabulaire : incisive, canine, molaire, racine, couronne, gencive

Importance des règles de vie et d'hygiène

- Comprendre l'intérêt et adopter des habitudes quotidiennes de propreté : brossage des dents, lavage des mains, douche...

- Prendre conscience des changements des rythmes d'activité quotidiens : périodes d'éveil et de sommeil, connaître les besoins en sommeil pour soi et pour les autres (notamment la variabilité selon l'âge). Prendre conscience des conséquences du manque de sommeil.

Vocabulaire : hygiène, veille, sommeil, réveil

L'alimentation

- Connaître les actions bénéfiques ou nocives de nos comportements alimentaires.

- Connaître les différentes catégories d'aliments, leur origine et comprendre l'importance de la variété alimentaire dans les repas.

Vocabulaire : familles d'aliments (eau, fruits et légumes, produits laitiers, céréales et dérivés, viande-poisson-œuf, matières grasses, produits sucrés), besoins énergétiques.

Voir ICM : éducation à la santé

octobre 14

Voir pratiques artistiques et histoire des arts, arts visuels : étude d'œuvres de quelques artistes (G. Arcimboldo...)

Voir mathématiques : grandeurs et mesures

Les mouvements corporels (CE2)

- Être capable de distinguer la combinaison des mouvements élémentaires (flexions et extensions) qui permet la marche, la course, le saut...

- Connaître les rôles des os, des muscles et des tendons dans la production des mouvements élémentaires au niveau des articulations.

- Être capable de construire un modèle matériel simple rendant compte de façon approchée du rôle des muscles antagonistes dans le mouvement d'une articulation. On se limite à une modélisation très simple.

- Prendre conscience des effets positifs d'une pratique physique régulière sur l'organisme (sensation de bien-être, santé, développement physique...).

Vocabulaire : flexion, extension, muscles, os du squelette, articulations, tendons, bien-être, fatigue, récupération.

Voir EPS : danse, course, saut...

Voir Instruction civique et morale - Éducation à la santé - Education à la sécurité

Voir pratiques artistiques et histoire des arts : étude d'œuvres de quelques artistes (H. Matisse, K. Haring, P. Picasso, mime Marceau...)

Découvrir le monde des objets

Il s'agit ici de faire prendre conscience aux élèves de l'intérêt du progrès scientifique et technique et de les amener à se questionner sur les objets qui les entourent (à quoi servent-ils ? comment s'en sert-on ? comment fonctionnent-ils ?), c'est-à-dire à se questionner sur leur mode d'emploi, leur fonction et leur fonctionnement, ainsi que sur leur fabrication.

Les élèves sont ainsi amenés à utiliser, analyser et à concevoir et fabriquer des maquettes permettant d'assurer différentes fonctions et de comprendre le fonctionnement de certains appareils. Dans une démarche d'analyse l'activité de démontage-remontage est un des moyens permettant de comprendre le fonctionnement de l'objet. Concernant les fabrications, on veillera à varier les démarches en fonction de l'âge des élèves, de l'objet fabriqué, de leur familiarité avec ce type de démarche (fabrication à partir d'un objet existant, d'une fiche de fabrication ou d'un cahier des charges). La fabrication à partir d'un objet existant amène les élèves à une observation fine de l'objet, à prélever des indices permettant de comprendre comment il est constitué, éventuellement à le démonter et le remonter. La fabrication à partir d'une fiche permet aux élèves de se familiariser avec ce type d'écrit (plan, schéma de montage). La fabrication à partir d'un cahier des charges (qui peut éventuellement être défini en partie par les élèves eux-mêmes) permet aux élèves de partir d'un besoin pour envisager des solutions multiples, comparer l'efficacité de différents dispositifs... Cela les familiarise avec les démarches technologiques qui sont pratiquées au collège et, dans une certaine mesure, les sensibilise aux démarches qui peuvent être utilisées dans l'industrie.

L'étude de l'évolution de certains objets techniques, en lien avec l'histoire des sociétés, permettra aux élèves de commencer à prendre conscience du fait que l'objet est en interaction constante avec son environnement. Ainsi, les évolutions des techniques, des matériaux, des connaissances scientifiques, de l'environnement permettent l'évolution des objets techniques qu'ils utilisent au quotidien.

Ces activités sont aussi l'occasion d'apprendre aux élèves à utiliser des outils adaptés à leur

octobre 14

âge en toute sécurité (perforatrice, vrille, perceuse à main, ciseaux, scie, marteau, etc.), et d'apprendre à organiser leur travail avec ces outils. Il s'agira également de leur apprendre à choisir le bon outil, en discutant de l'adéquation de cet outil avec l'usage que l'on veut en faire. On pourra aussi amorcer une réflexion sur les matériaux, et notamment discuter de l'adéquation des matériaux utilisés à la fonction de la pièce ou de l'objet et aux moyens techniques dont on dispose.

Toutes ces activités permettent aux élèves de développer les compétences listées ci-dessous et de connaître les règles de sécurité à respecter lorsqu'ils manipulent les objets de leur quotidien et lors des fabrications. Ils prennent notamment conscience des dangers liés à l'électricité et des règles à respecter.

Objets techniques

- Utiliser quelques objets techniques simples actuels ou anciens (jouets, ustensiles de cuisine, instruments de mesure, lampes de poche ...) et identifier leur fonction.
- Comparer des objets ayant la même fonction mais des efficacités ou des modes de fonctionnement différents (râpes, dispositifs permettant de percer, batteurs, véhicules roulants...)
- Réaliser des maquettes utilisant différents dispositifs (pivot, poulie,...).
- Réaliser une maquette permettant d'assurer des fonctions simples (trouver la direction du vent, équilibrer deux objets suspendus, transporter des petits personnages, s'orienter, écrire...).
- Choisir un outil et/ou un matériau adapté à un projet de fabrication.
- Identifier des pannes dans des dispositifs simples.
- Savoir schématiser quelques objets techniques très simples, par exemple lors de l'élaboration d'une fiche de fabrication

Exemples : girouette élémentaire, petite voiture, mobile, maquette de boussole, cartes animées simples, maquette de stylo bille, maquette de thermomètre, moulinet...)

Vocabulaire : le vocabulaire dépendra des objets analysés et/ou construits (par exemple lors de la construction d'une petite voiture ou d'une girouette on pourra introduire le terme axe de rotation).

Voir Instruction civique et morale – Education à la sécurité

Voir pratiques artistiques et histoire des arts : étude d'œuvres de quelques artistes (A. Calder...), détournement d'objets

Circuits électriques simples alimentés par des piles

Les différentes activités visent la construction d'une première représentation de la notion de circuit électrique : savoir qu'un circuit est constitué d'une pile avec entre ses deux bornes une chaîne continue et fermée de composants et de fils conducteurs. Savoir que si cette chaîne est rompue, les composants ne fonctionnent plus.

- Analyser le fonctionnement de différents objets techniques de la vie quotidienne utilisant l'électricité et les classer selon qu'ils fonctionnent avec des piles ou avec le courant du secteur.
- Avoir des notions sur la sécurité dans l'usage de l'électricité au quotidien et savoir que le passage de l'électricité dans le corps humain présente des dangers qui peuvent être mortels.
- Être capable de faire briller une ampoule dans un circuit en série, en la reliant à une pile avec une chaîne continue de fils électriques. Savoir que si cette chaîne est interrompue, l'ampoule ne brille pas.

octobre 14

- Savoir schématiser des circuits électriques simples.
- Savoir réaliser un montage qui permet de classer différents matériaux en deux catégories : conducteurs et isolants. Le détecteur de courant sera ici une lampe adaptée à une pile usuelle.
- Réaliser quelques circuits électriques simples (sans dérivation) alimentés par des piles utilisant des lampes ou de petits moteurs, des interrupteurs (maquette de maison de poupée, treuil, carte lumineuse, jeu d'adresse électrique, quizz simple...)
- Identifier des pannes dans des dispositifs simples.

Vocabulaire : circuit électrique, circuit ouvert, circuit fermé, lampe, interrupteur, conducteur, isolant, pile, bornes.

Voir Apprendre à porter secours (se protéger, protéger autrui)

Voir Instruction civique et morale – Education à la sécurité - Gestes de premiers secours

Le devenir des produits de l'activité humaine : réduire les déchets, réutiliser les objets, recycler. (CE2)

Ce sujet est traité dans la partie objets techniques dans la mesure où on s'intéresse principalement au devenir des objets que l'on utilise au quotidien et qui sont produits par l'activité humaine. Cependant on intégrera aussi un travail sur les déchets liés à l'alimentation, notamment les déchets organiques.

- Être sensibilisé aux déchets produits au cours d'une journée, à l'école, à la maison.
- Connaître le circuit des déchets (de son école, de sa commune).
- Identifier et décrire différents circuits possibles pour les déchets (de son école, de sa commune).
- Savoir que les possibilités de recyclage et de réutilisation dépendent notamment du circuit et du processus de tri et d'autre part des capacités industrielles de traitement.
- Savoir trier.

Vocabulaire : recyclage, collecte, tri, matériau, compost

Voir la matière

Voir géographie - Activités économiques - Les déchets, réduction et recyclage

Voir pratiques artistiques et histoire des arts : étude d'œuvres de quelques artistes (César...), détournement d'objets

Ce travail, en lien avec la géographie, relève de l'EDD (réduire, réutiliser, recycler)

Annexe 3

Liste des compétences attendues en fin de cycle 2

L'élève mène des investigations et dans ce cadre il est capable de :

- observer et décrire
- s'interroger, formuler des problèmes scientifiques simples
- échanger, justifier un point de vue, argumenter
- travailler en groupe, s'engager dans un projet
- concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental simple
- accepter le résultat d'une expérience même si il ne correspond pas à ses idées préalables
- savoir que le résultat d'une expérience ne dépend pas de l'élève qui a réalisé l'expérience
- construire des modèles simples pour expliquer un fonctionnement ou un phénomène
- savoir analyser un objet technique simple
- savoir mener à bien une fabrication simple en utilisant des démarches variées
- exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques
- savoir mener une recherche documentaire et exploiter des documents divers
- schématiser de façon simple
- classer des objets, des êtres vivants, etc. en fonction de critères imposés ou en identifiant des critères de classement

Notions clefs

- Savoir distinguer le vivant du non vivant en se référant aux manifestations de la vie animale et végétale
- Prendre conscience de la diversité du vivant
- Savoir que la matière peut ne pas être perceptible
- Savoir que la matière peut changer d'état et qu'elle se conserve lors de ces changements d'état (fusion-solidification)

Structuration de l'espace

- Se repérer dans son environnement proche, s'orienter, se déplacer
- Mettre en relation l'espace local et l'espace représenté

Grandeurs et mesures et organisation et gestion de données

- Comparer et mesurer des longueurs, des masses de solides et de liquides, des températures
- Utiliser les unités usuelles de mesure, estimer une mesure
- Etre précis et soigneux dans les tracés, les mesures
- Savoir organiser des données : tableaux (simple ou à double entrée), graphique simple (histogramme par exemple), frise chronologique...

Hygiène et sécurité

- Avoir compris et appliquer les règles de sécurité pour l'utilisation des objets (écrites ou symbolisées sur certains d'entre eux) pour prévenir les risques d'accidents domestiques
- Avoir compris et appliquer quelques règles d'hygiène relatives à la propreté, à l'alimentation et au sommeil

octobre 14

Nous n'avons pas développé ici les compétences liées à la maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la documentation citées dans le socle, comme par exemple :

« Il [l'élève] s'est initié à l'usage des outils de recherche et au traitement de l'information sur tous supports. Il sait confronter différentes sources d'information et s'interroger sur la crédibilité que l'on peut accorder à ces sources. »

« Il mobilise des ressources documentaires, numériques ou imprimées, utilise de manière raisonnée les dictionnaires, manuels, revues et encyclopédies (y compris ceux que l'on trouve sur internet), les potentialités du traitement de texte et d'autres outils bureautiques courants. »

Il est bien évident que les sciences, comme l'ensemble des autres disciplines, contribuent à l'acquisition de ces compétences et au B2i2e mais nous nous sommes limités ici aux compétences qui sont spécifiques des sciences.

De la même manière les compétences liées à la maîtrise de la langue, les compétences générales de coopération, de travail en groupe, la curiosité, la créativité, l'esprit critique, la sensibilité, la confiance en soi et le respect des autres par exemple, ne figurent pas non plus ici car elles relèvent là encore de l'ensemble des disciplines.

Annexe 4

Liste succincte des connaissances attendues en fin de cycle 3 Sciences expérimentales et technologie

Le ciel et la Terre

Jour/nuit - la rotation de la Terre sur elle-même

Les saisons – la révolution de la Terre autour du Soleil

Le mouvement de la Lune autour de la Terre

Le système solaire

Manifestations de l'activité de la Terre : volcans, séismes, et les risques pour les sociétés humaines

Le volcanisme et ses conséquences sur les activités humaines

Les séismes et leurs conséquences sur les activités humaines

La matière

Changements d'état

L'eau, une ressource

Le trajet de l'eau dans la nature

L'eau domestique

Le maintien de sa qualité pour ses utilisations

L'air et les pollutions de l'air

L'énergie

Exemples simples de sources d'énergie

Formes et transformation de l'énergie

Besoins en énergie, consommation et économies d'énergie

La biodiversité

Présentation de la diversité du vivant

Les fossiles et la notion d'évolution

Le fonctionnement du vivant

Les conditions de développement des végétaux

Les stades du développement d'un être vivant (végétal ou animal)

Les modes de reproduction des êtres vivants

Parentés et unité des êtres vivants (6^{ème})

Vers une définition du vivant

Les êtres vivants dans leur environnement

Notions de chaînes et de réseaux alimentaires

Origine de la matière des êtres vivants (6^{ème})

Répartition des êtres vivants dans leur milieu (6^{ème})

Variation du peuplement d'un milieu (6^{ème})

Des applications biologiques et/ou biotechnologiques au service de l'alimentation humaine (6^{ème})

Le fonctionnement du corps humain et la santé

Première approche des fonctions de nutrition

Digestion

Respiration

Circulation

Reproduction des êtres humains et éducation à la sexualité

Electricité

Dangers de l'électricité et règles de sécurité

Circuits électriques alimentés par des piles

Objets techniques

L'analyse du fonctionnement d'un objet technique

Les démarches de conception et de fabrication d'objets

Les matériaux utilisés

L'évolution de l'objet technique

Les formes d'énergie mises en œuvre (6^{ème})

La communication et la gestion de l'information (6^{ème})

Etude de quelques mécanismes simples

Les leviers

Dispositifs de transmission et de transformation de mouvements.

Domaines d'application

Les transports (aériens, maritimes, terrestres)

Mesure et instruments de mesure

Annexe 5

Liste détaillée des connaissances attendues en fin de cycle 3 Sciences expérimentales et technologie

Les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel (celui de la nature et celui construit par l'Homme), d'agir sur lui, et de maîtriser les changements induits par l'activité humaine. Leur étude contribue à faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part. Elle vise aussi à faire saisir aux élèves l'ancrage des connaissances scientifiques dans le réel, leur caractère évolutif et le fait qu'elles sont le produit d'une pratique humaine collective. Les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique. Les modes d'investigation possibles à l'école sont multiples : observation, directe ou assistée par des instruments, avec ou sans mesure, expérimentation, modélisation, recherche documentaire, enquêtes et visites, analyse d'objets techniques, recherche d'une solution technique, conception et fabrication d'objets.

Familiarisés avec une approche sensible de la nature, les élèves apprennent à être responsables face à l'environnement, au monde vivant, à la santé. Ils comprennent que le développement durable correspond aux besoins des générations actuelles et futures. En relation avec les enseignements de culture humaniste et d'instruction civique, ils apprennent à agir dans cette perspective.

Dans la continuité du programme de cycle 2, le programme de cycle 3 intègre des connaissances sur le vivant, sur la matière et sur les objets techniques. Il permet d'approfondir les domaines déjà abordés et introduit de nouveaux domaines (le ciel et la Terre, l'énergie)

Référence au socle

Domaine 4

*L'élève sait observer et décrire des phénomènes naturels; il s'interroge sur leurs causes. [...] En particulier, il sait que **l'univers est structuré** [...], que **la matière** se présente sous une multitude de formes, sujettes à transformations et réactions, et organisées du plus simple au plus complexe, de l'inerte au **vivant**. Il a connaissance des caractéristiques du monde vivant, de son organisation complexe et de l'importante diversité des espèces vivantes. Il sait que celles-ci ont évolué au cours de l'histoire de la Terre. Il connaît les principales fonctions du corps humain, également partagées par nombre d'espèces animales. Il sait que [...] **l'énergie** est partout présente dans l'univers et revêt de multiples formes [...].*

Aux notions clés qui structurent les sciences sont associées des applications technologiques mises au service des femmes et des hommes.

*En découvrant ce qui se cache derrière des démarches simples telles que « allumer la lumière », « jardiner », « téléphoner », l'élève développe un intérêt pour les progrès scientifiques et techniques et leurs effets au quotidien. **Concevoir et créer un objet matériel** ou un autre type de réalisation concrète, pour répondre au mieux et au plus simple à un besoin exprimé, s'adapter aux écosystèmes pour en bénéficier, met en œuvre chez l'élève l'observation, l'imagination, la créativité, le sens de l'esthétique et de la qualité, les talents manuels et le sens pratique, autant que la sollicitation des savoirs scientifiques et techniques.*

octobre 14

Il a appris également les principes de conception et de fabrication des objets, des biens et des services dans le cadre de l'artisanat ou de l'industrie. Il sait les mettre en œuvre pour concevoir et produire des objets tenant compte des contraintes des matériaux, des techniques et processus de production, et respectant l'environnement.

Il observe les règles élémentaires de sécurité liées aux techniques et produits rencontrés dans la vie quotidienne.

Le renforcement de la maîtrise de la langue est un aspect essentiel de la méthode mise en œuvre. Le questionnement et les échanges auxquels elle donne lieu, la comparaison des résultats obtenus, leur confrontation aux savoirs établis sont autant d'occasions de développer la maîtrise de la langue orale et écrite : parler et écrire, en science, impose à la fois un lexique exact (terminologie scientifique) et une syntaxe construite et claire. La description de ce que l'on voit, l'élaboration du projet d'investigation, l'argumentation soutenant les divers raisonnements à l'œuvre sont autant de formes essentielles du langage oral. L'élaboration d'écrits permet tout au long de la démarche de soutenir la réflexion, de structurer la pensée et d'introduire rigueur et précision dans les démarches, comme dans les argumentations. Les travaux des élèves font l'objet d'écrits divers consignés dans un cahier d'expériences (au sens de la main à la pâte). L'élève écrit pour lui-même ses observations ou ses expériences, ses hypothèses, ses idées préalables, etc. Il écrit aussi pour mettre en forme les résultats acquis (texte de statut scientifique) et les communiquer (texte de statut documentaire). Après avoir été confrontés à la critique de la classe et à celle, décisive, du maître, ces écrits validés prennent le statut de savoirs.

L'élève utilise divers modes de communication et de représentation (textes, tableaux, dessins, schémas, graphiques...). La mise en forme grâce à des logiciels (traitement de textes ou tableur) peut contribuer à valoriser les productions des élèves (B2i). L'emploi d'un appareil photo numérique permet à la fois de rendre compte de la démarche (différents dispositifs testés dans le cas d'une fabrication par exemple) et des résultats de l'investigation (photographies des dissections d'organes par exemple).

Notons que le recours à l'outil informatique doit se faire en complément (et non en substitution) du réel. Dans tous les cas possibles, le réel doit être préféré au substitut du réel (documents papier, photographies...), ce qui n'exclut pas une initiation aux divers modes de recherche documentaire.

Références au socle :

Domaine 1

-Maîtriser la langue française

La maîtrise de la langue française [...] repose sur un enseignement spécifique mais relève aussi de la pratique de tous les autres enseignements.

Il [l'élève] a été entraîné à affiner sa pensée au moyen de l'écrit.

Il [l'élève] emploie un vocabulaire juste et précis.

Le choix a été fait (cf. question 1) de ne pas présenter une partie Education au développement durable (EDD) séparée mais d'intégrer l'éducation au développement durable dans les différentes parties, dans la mesure où il ne s'agit pas d'une discipline spécifique mais d'une préoccupation constante de l'ensemble des disciplines. On veillera donc à aborder l'EDD en articulant différentes disciplines sur des thèmes donnés et/ou dans le cadre de projets aussi souvent que cela s'y prête. Divers thèmes se prêtent à une telle approche intégrant les apports des sciences, de la géographie, de l'histoire, etc. Certains de ces thèmes et les disciplines qui

octobre 14

peuvent être impliquées sont pointés dans les propositions de connaissances et de compétences jointes.

Pour chaque sujet nous indiquons le vocabulaire associé, de manière à cibler le niveau de formulation visé, et quand cela s'y prête les liens avec les autres disciplines. Nous utilisons pour ces liens les noms des disciplines scolaires du cycle 3 et du collège (histoire, géographie, EPS, ICM...).

Le ciel et la Terre

On s'appuiera sur le travail réalisé sur la structuration de l'espace au cycle 2 (lumière et ombre, boussole, horizontale, verticale).

L'objectif essentiel dans ce domaine est que les élèves soient capables, à la fin du cycle 3, de mettre en relation les phénomènes astronomiques qu'ils observent quotidiennement et les modèles explicatifs qu'on leur enseigne. Pour cela on privilégiera une démarche partant de l'observation des phénomènes astronomiques les plus quotidiens. Dans un deuxième temps on cherchera à expliquer ces phénomènes par des modélisations. Le phénomène des saisons peut être abordé à ce niveau (notons qu'il ne figure pas dans les programmes de sciences du secondaire et que de nombreux adultes ne sont pas capables de l'expliquer alors que ce sujet est accessible en cycle 3). Pour des élèves de cet âge il faut privilégier une approche visant à expliquer la variation de la durée du jour par des manipulations simples d'une sphère ou d'un globe devant une source lumineuse.

Il est important que les élèves soient capables de relier chaque phénomène observable au mouvement correspondant de la Terre (sur elle-même ou autour du Soleil). Ce sujet est particulièrement propice pour travailler avec les élèves sur la façon dont les connaissances scientifiques sont construites et évoluent, sont parfois remises en cause, sur le statut des connaissances scientifiques. Il permet aussi de développer des connaissances et compétences liées à la maîtrise de l'espace et du temps et des compétences en termes de schématisation.

Jour/nuit - la rotation de la Terre sur elle-même

- Savoir repérer la trajectoire du Soleil par rapport au sol (horizon) au cours d'une journée.
- Mettre en relation le mouvement du Soleil avec l'évolution de l'ombre sur le sol d'un bâton vertical (gnomon) : changement de direction lié au déplacement d'est en ouest du Soleil, changement de longueur lié à la variation de la hauteur du Soleil.
- Savoir que plusieurs modèles permettant d'interpréter ce mouvement « apparent » du Soleil se sont succédé au cours de l'histoire (modèle géocentrique de Ptolémée et modèle héliocentrique de Copernic et Galilée)
- Savoir interpréter la trajectoire du Soleil et l'alternance du jour et de la nuit par la rotation de la Terre sur elle-même, connaître le sens et la durée de cette rotation.

Vocabulaire : points cardinaux, sens et axe de rotation, modèle, Copernic, Galilée

Voir histoire : Les Temps modernes (quelques découvertes scientifiques)

Voir géographie : La France dans le monde, les principaux repères géographiques

Voir ICM : règles de sécurité (risques liés à l'observation du Soleil)

Les saisons – la révolution de la Terre autour du Soleil

- Repérer l'évolution de la trajectoire du Soleil et de la durée du jour au cours de l'année.
- Mettre en lien l'évolution de la durée du jour au cours de l'année et les saisons.
- Savoir expliquer les saisons par une modélisation : savoir que la Terre, en plus de sa rotation sur elle-même, effectue une révolution autour du Soleil en environ 365 jours avec un axe de

octobre 14

rotation sur elle-même incliné par rapport au plan de l'écliptique

Vocabulaire : solstice, équinoxe, inclinaison.

Voir : géographie, la France dans le monde

Voir ICM : règles de sécurité (risques liés à l'exposition au Soleil)

Voir peuplement d'un milieu (occupation du milieu par les êtres vivants au cours des saisons)

Le mouvement de la Lune autour de la Terre

- Connaître les différentes phases de la Lune, savoir que ces phases se reproduisent toujours dans le même ordre et avec la même périodicité.

- Comprendre et expliquer le phénomène de phases de la Lune : savoir expliquer par une modélisation que ces phases s'expliquent par la révolution de la Lune autour de la Terre en 29 jours et demi.

- Comprendre les phénomènes des éclipses de Soleil et de Lune, et savoir différencier phases de la Lune et éclipses.

Vocabulaire : nouvelle lune, pleine lune, premier / dernier quartier, éclipse

Le système solaire

- Savoir que le Soleil est une étoile, centre du système solaire constitué de planètes dont la Terre qui tournent autour du Soleil selon des trajectoires quasiment circulaires.

- Différencier étoile et planète, planète et satellite (exemple : la Lune, satellite naturel de la Terre).

- Différencier les planètes du système solaire (caractéristiques, ordres de grandeur).

Vocabulaire : planète gazeuse / rocheuse, étoile, système solaire, satellite naturel, révolution.

Voir mathématiques : nombres et calcul (étude des grands nombres), organisation et gestion des données (proportionnalité, échelles)

Manifestations de l'activité de la Terre : volcans, séismes, et les risques pour les sociétés humaines (CM)

Les phénomènes géologiques qui peuvent se produire au cours d'une année scolaire sont des occasions d'aborder l'étude de ces phénomènes, quitte à modifier la progression prévue.

Le volcanisme et ses conséquences sur les activités humaines

- Décrire une éruption volcanique terrestre en utilisant un vocabulaire adapté.

- Savoir qu'il existe différents types d'éruption.

- Prendre conscience de la localisation des zones volcaniques à l'échelle de la Terre.

- Identifier les risques que représentent les éruptions volcaniques pour la population, notamment en lien avec les événements naturels se produisant au cours de l'année scolaire.

- Dans les régions à risque, être capable de mettre en œuvre les attitudes à adopter en cas d'éruption volcanique.

Vocabulaire : éruption, projection, cône volcanique, cratère, magma, lave, cendres.

Voir géographie : Territoires à différentes échelles - Les territoires français dans le monde.

Voir histoire : l'antiquité

Les séismes et leurs conséquences sur les activités humaines

- Connaître les manifestations d'un séisme : tremblements de la Terre, tsunami, et conséquences humaines

- Prendre conscience de la localisation des zones à risque sismique à l'échelle de la Terre.

- Identifier les risques que représentent les séismes, les tsunamis pour la population,

octobre 14

notamment en lien avec les événements naturels se produisant au cours de l'année scolaire.

- Dans les régions à risque, être capable de mettre en œuvre les attitudes à adopter en cas de séisme.

Vocabulaire : séisme, échelle de Richter, onde sismique, foyer, épicentre.

Note : on n'attend pas des élèves qu'ils construisent le concept d'onde mais ce terme est employé dans les articles de journaux qui peuvent servir de support à cet enseignement, l'idée est que les élèves prennent conscience de la propagation de vibrations à partir d'un foyer.

L'étude des risques géologiques pourra être couplée avec un travail sur la prévention des risques majeurs à l'échelle locale, notamment à propos des événements naturels se produisant au cours de l'année scolaire (*circulaire n°2002-119 du 29 mai 2002, pour la prise en compte de la dimension éducative des PPMS*).

Voir Géographie - Territoires à différentes échelles - Les territoires français dans le monde.

Voir ICM : gestes de premier secours

La matière

Les parties mélanges et solutions et changements d'état peuvent être traitées dans un ordre indifférent, en revanche il faut avoir traité ces deux parties avant la partie « L'eau, une ressource ». En effet les élèves doivent mobiliser leurs connaissances sur les changements d'état pour comprendre le cycle de l'eau, et leurs connaissances sur les mélanges pour l'étude de l'eau domestique et des conditions de maintien de la qualité de l'eau. Ce travail sur la matière, doit intégrer une dimension développement durable, lorsque sont abordés les impacts des activités humaines.

Changements d'état

- Être capable de mettre en évidence qu'à l'air libre et dans les conditions usuelles l'eau bout à une température fixe, voisine de cent degrés (100°C) et que la valeur de celle-ci n'est affectée ni par la durée du chauffage ni par la puissance de la source.

Être capable de faire passer expérimentalement de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux et inversement (ébullition, évaporation, condensation)

- Être capable de déterminer expérimentalement les facteurs qui agissent sur la vitesse d'évaporation

- Être capable de mettre en évidence qu'au cours de l'évaporation ou de l'ébullition (ou de la condensation*) l'eau ne disparaît pas (ou n'apparaît pas) mais qu'elle est en permanence présente dans l'air.

- Savoir que la vapeur d'eau présente dans l'air ambiant, état gazeux de l'eau, est invisible.

- Savoir que d'autres matières changent d'état.

Vocabulaire : état physique, liquide, gaz, vaporisation, condensation, ébullition, évaporation, vapeur, matière.

*Le terme employé ici pour le changement d'état gaz-liquide est celui du langage courant (condensation) alors qu'en physique on emploie le terme de liquéfaction.

Voir mathématiques : grandeurs et mesures, organisation et gestion de données

L'eau, une ressource

Le trajet de l'eau dans la nature

- Identifier les changements d'état de l'eau dans la nature.

- Connaître et représenter le trajet de l'eau dans la nature (cycle de l'eau).

octobre 14

L'eau domestique

- Connaître le trajet de l'eau domestique de sa provenance à l'utilisateur.
- Différencier eau trouble, limpide, pure, potable : être capable de mettre en évidence par ébullition ou évaporation qu'une eau limpide n'est pas nécessairement pure, mais qu'elle peut contenir des substances dissoutes.
- Connaître des méthodes de traitement permettant d'obtenir de l'eau potable.
- Connaître les modalités de traitement de l'eau et de maintien de sa qualité dans le réseau de distribution.
- Être sensibilisé à l'importance de l'eau et à la nécessité de l'économiser.
- Identifier des actions de contrôle et de limitation de la consommation d'eau.

Le maintien de sa qualité pour ses utilisations

- Caractériser diverses formes et sources de pollution de l'eau.
- Mobiliser ses connaissances sur le cycle de l'eau, sur mélanges et solution, pour faire le lien avec la prévention des risques : inondation, marées noires...

Vocabulaire : cycle de l'eau, perméable, imperméable, infiltration, nappe phréatique, ruissellement, cours d'eau, évaporation, condensation, solidification, fusion, précipitations, nuages, neige, grêle, glacier, potable, pure, limpide, décantation, filtration, réseau d'eau, station d'épuration, traitement, domestique, eaux usées, canalisations.

Voir géographie : L'eau dans la commune, besoins et traitement

Ce travail, en lien avec la géographie, relève de l'EDD (réduire, réutiliser, recycler, gestion de l'environnement)

L'air et les pollutions de l'air

- Identifier par l'expérimentation d'autres propriétés de l'air : que l'air est pesant, il est compressible, élastique
- Caractériser diverses formes de pollution de l'air.
- Identifier différentes sources de pollution de l'air.
- Mobiliser ses connaissances dans les différents domaines et disciplines et rechercher des solutions alternatives pour agir sur la pollution de l'air.

Vocabulaire : matière, gaz, compressible, pesant, pollution, qualité de l'air, poussière, réchauffement climatique, effet de serre.

Voir le fonctionnement du corps humain, la respiration

Voir l'énergie

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement)

L'énergie

La notion d'énergie est enseignée dès l'école élémentaire depuis de nombreuses années, et elle occupe une place croissante dans les programmes du secondaire. On peut penser que cela est dû à deux raisons complémentaires : d'une part cette notion a un rôle fondamental en physique, d'autre part les questions énergétiques sont au cœur de débats qui agitent nos sociétés. De ce fait quel que soit le niveau d'enseignement les programmes doivent prendre en charge deux objectifs complémentaires : construire progressivement le concept scientifique d'énergie, et « éduquer à l'énergie » dans une perspective de développement durable.

La notion d'énergie est particulièrement difficile à enseigner, il existe de nombreuses confusions entre les différents concepts liés à l'énergie, par exemple de nombreux documents

octobre 14

confondent les sources, les formes, les modes de transfert de l'énergie. Il n'est pas question de définir toutes ces notions à l'école élémentaire mais il faut veiller à éviter de renforcer les difficultés existantes, clairement identifiées par la littérature. Il faut notamment être précis sur le vocabulaire employé (pour plus de précisions sur le concept d'énergie voir Rolando et al., 2013). A l'école la première étape consiste à identifier des sources d'énergie. A ce niveau nous proposons de ne pas distinguer forme d'énergie et mode de transfert de l'énergie. En revanche il est essentiel de distinguer les sources d'énergie des formes et modes de transfert de l'énergie. On étudiera des sources renouvelables (soleil, vent, eau, biomasse) et non renouvelables (combustibles fossiles, uranium). On se limitera aux formes d'énergie suivantes : énergie de mouvement (on emploiera ce terme à la place du terme scientifique d'énergie cinétique), énergie thermique (qu'on pourra appeler chaleur à ce niveau bien que ce terme ancien désigne en fait un transfert d'énergie), énergie chimique, énergie nucléaire. On sera confronté aux modes de transfert suivants : transfert thermique, rayonnement, travail électrique, qu'on pourra appeler respectivement chaleur, lumière et électricité. L'emploi de ces termes se justifie du fait qu'ils sont employés dans le langage courant et qu'ils correspondent aux effets perceptibles par les élèves. Dans le langage courant on parle aussi parfois d'énergie électrique et d'énergie lumineuse, on pourra éventuellement accepter ces termes s'ils sont proposés par les élèves, cependant leur emploi risque de laisser croire, à tort, que l'on peut stocker de l'électricité, ce qui n'est pas le cas. Dans le langage courant on trouve aussi les termes énergie solaire, énergie éolienne énergie hydraulique, énergie musculaire. On emploie en général ces termes pour parler de sources d'énergie : l'énergie du Soleil, du vent, de l'eau d'un barrage ou en mouvement, l'énergie des aliments. On pourra essayer d'éviter l'emploi de ces termes qui sont incorrects et qui renforcent la confusion entre source et forme d'énergie et indiquer plutôt les sources (soleil, vent, eau, aliments). L'emploi d'un vocabulaire rigoureux est difficile à ce niveau et l'essentiel est d'aider les élèves à comprendre qu'il existe « quelque chose », l'énergie, qui peut prendre plusieurs formes, qui se transforme et se transfère d'un objet à un autre.

Un autre point sur lequel il faut être vigilant est que ce sont les **sources** d'énergie qui sont épuisables, renouvelables ou non et non les formes d'énergie. Notons que dans le langage courant on parle de production et de consommation d'énergie, ce qui est incorrect du point de vue de la physique puisque l'énergie se conserve, il s'agit en fait de transformations d'une forme d'énergie en une ou plusieurs autres, mais on n'abordera pas le principe de conservation à l'école.

Exemples simples de sources d'énergie

- Savoir que l'utilisation d'une source d'énergie est nécessaire pour satisfaire différents besoins et obtenir différents effets : chauffer, éclairer, modifier un mouvement, et qu'un même effet peut être obtenu à partir de différentes sources. En déduire une première « définition » de l'énergie : l'énergie c'est ce qui est nécessaire pour produire différents effets : chauffer, éclairer, modifier un mouvement,...

- Identifier diverses sources d'énergie utilisables et savoir que certaines, dites non renouvelables, ne sont pas inépuisables.

- savoir classer des sources d'énergie selon qu'elles sont ou non renouvelables (il faudra veiller à éviter d'amalgamer non renouvelable/polluant et renouvelable/non polluant).

Vocabulaire : source d'énergie, fossile, renouvelable, Soleil, vent, biomasse, pétrole, charbon, gaz, uranium, eau

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement)

octobre 14

Formes et transformation de l'énergie

- Savoir que l'énergie existe sous différentes « formes » (énergie de mouvement, énergie thermique/chaleur, chimique, nucléaire,...).
- Savoir que l'énergie peut se transférer d'un objet à un autre.
- Utiliser un dispositif permettant de mettre en évidence une transformation de l'énergie, par exemple une lampe de poche à manivelle, une bouilloire électrique...
- Identifier les transformations d'énergie dans les centrales électriques.
- Connaître les différents modes de production de l'électricité en France, leurs avantages et leurs inconvénients respectifs
- Savoir que de façon générale la production et la consommation d'énergie peuvent provoquer des effets néfastes pour l'environnement et la santé
- Connaître les avantages et les inconvénients de différentes sources d'énergie

Vocabulaire : forme d'énergie, transformation, énergie de mouvement, énergie chimique, nucléaire, énergie thermique/chaleur, centrale électrique, éolienne, panneau photovoltaïque, géothermie, alternateur, électricité

Voir Les objets techniques

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement)

Besoins en énergie, consommation et économies d'énergie

Dans cette partie on étudiera les enjeux de société liés à l'énergie et on pointera quelques gestes citoyens permettant d'économiser l'énergie. On étudiera en outre plus en détail un exemple de source d'énergie renouvelable, le Soleil.

- Etudier la consommation d'un ménage, comparer la consommation de différents pays, à différentes époques
- Etre sensibilisé aux enjeux de société liés à l'énergie :
 - être conscient que la consommation d'énergie à l'échelle de la planète continue de croître alors que certaines sources d'énergie (non renouvelables) s'épuisent
 - savoir qu'il convient d'économiser les sources d'énergie non renouvelables et de développer l'utilisation de sources d'énergie renouvelables.
- Comprendre et mettre en œuvre des gestes citoyens pour faire des économies d'énergie dans les situations de la vie quotidienne (à la maison, dans les transports...).
- Mettre en évidence expérimentalement le rôle de l'isolation thermique dans les économies d'énergie, montrer expérimentalement que les propriétés isolantes valent autant pour les objets chauds que pour les objets froids.
- Savoir que l'on peut chauffer grâce au Soleil (panneaux et fours solaires)
- Mettre en évidence expérimentalement l'influence de quelques paramètres influant sur l'efficacité de ces dispositifs : couleur de l'objet à chauffer, isolation, orientation...

Vocabulaire : économie d'énergie, isolation, matériau isolant.

Voir : objets techniques

Voir : mathématiques, organisation et gestion des données, grandeurs et mesure

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement)

*en fait on n'économise pas l'énergie, dans la mesure où l'énergie se conserve, mais les sources d'énergie. De la même manière on ne consomme pas de l'énergie puisque celle-ci se conserve mais on pourra admettre ces termes à l'école car ils sont employés dans le langage courant et car l'étude du principe de conservation n'est pas possible avec des élèves de cet âge.

octobre 14

La biodiversité

Ce travail se place dans la continuité de celui réalisé en cycle 2. On étudiera plusieurs milieux et on pourra les comparer. L'identification des espèces passe au cycle 3 par la compréhension et l'utilisation d'un nouvel outil, la clef de détermination. Cela permet de développer le sens de l'observation des élèves. Ce sujet sera l'occasion de travailler sur l'action de l'homme sur la biodiversité. On pourra utiliser des documents d'origine diverses, les analyser, les confronter et ainsi contribuer à l'éducation aux médias.

Présentation de la diversité du vivant

- Constater la biodiversité animale et végétale de milieux proches (mare, forêt, garrigue, parc).
- Constater des différences et des ressemblances entre espèces vivantes lors de l'utilisation d'une clef de détermination simple
- Identifier quelques grands problèmes éthiques liés au monde vivant et à la biodiversité (extinction des espèces...).

Vocabulaire : biodiversité, animaux, végétaux, espèce.

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement, biodiversité)

Les fossiles et la notion d'évolution

- observer des fossiles pour approcher la notion d'évolution.
- situer sur une « frise du temps » les grandes étapes de l'histoire de la vie sur Terre, y constater l'apparition et la disparition de certaines espèces animales et végétales.
- en lien avec les programmes d'histoire (si possible) découvrir que l'espèce humaine n'a pas toujours existé à la surface de la Terre et qu'elle a évolué au cours du temps.

Vocabulaire : fossile, fossilisation, extinction

Voir histoire : la préhistoire, l'homme de Tautavel

Le fonctionnement du vivant

Le thème des conditions de développement des végétaux se prête particulièrement bien à la mise en place d'une démarche expérimentale avec séparation des variables. L'étude des conditions de la germination est un des rares exemples où les élèves vont invalider une hypothèse qu'ils tiennent pour exacte (besoin de lumière, besoin de terre). Au cycle 3 l'étude des stades du développement d'un être vivant prolonge l'étude qualitative du cycle 2 et nécessite la réalisation de mesures et de construction de tableaux et graphiques. Ce sujet est l'occasion de travailler en biologie sur la mesure, en particulier sur la variabilité des résultats de mesure (conséquence de la diversité des individus).

Les conditions de développement des végétaux

- Mettre en évidence, par une pratique de l'expérimentation, les besoins d'une graine pour germer (besoins en eau et conditions de température).
- Mettre en évidence, par une pratique de l'expérimentation, les besoins d'un végétal chlorophyllien pour se développer (en eau, lumière, sels minéraux, conditions de température).

Vocabulaire : végétal chlorophyllien, sels minéraux

Les stades du développement d'un être vivant (végétal ou animal)

- Être capable de comparer et de décrire qualitativement (changements d'aspect et apparition d'organes) et quantitativement les changements d'un être vivant au cours du temps

octobre 14

(augmentation de la masse et des dimensions), à l'aide d'outils mathématiques (tableaux, graphiques)

Vocabulaire : larve, métamorphose, jeune, croissance continue et discontinue, plantule, plante fleurie

Voir mathématiques : grandeurs et mesures, organisation et gestion des données

Les modes de reproduction des êtres vivants

A l'école primaire la reproduction sexuée des végétaux sera limitée au constat de la transformation de la fleur en fruit. En 6^{ème} on étudiera les organes impliqués.

- Distinguer les formes de reproduction végétale sexuée et asexuée. Pour la forme asexuée, identifier les organes responsables (tige, feuille, racine) et découvrir quelques techniques (marcottage, bouturage). Pour la forme sexuée suivre dans le temps la transformation de la fleur au fruit.

- Savoir que la formation de la graine nécessite le dépôt de pollen sur le pistil de la fleur pour permettre la fécondation, que le pistil après la fécondation se transforme en fruit qui contient les graines (6^{ème})

- Connaître la principale caractéristique de la reproduction animale : reproduction sexuée, male, femelle.

- Faire des comparaisons entre les types ovipare et vivipare.

Vocabulaire : reproduction sexuée, reproduction asexuée, ovipare, vivipare, male, femelle, pistil, étamine.

Voir Le fonctionnement du corps humain et la santé

Parentés et unité des êtres vivants (6^{ème})

L'objectif est de découvrir et d'utiliser la classification actuellement retenue par les scientifiques qui traduit l'histoire évolutive et les relations de parenté entre les organismes vivants. Il ne s'agit pas, en classe de sixième, d'aller jusqu'à l'interprétation de cette classification en terme d'évolution. On se limitera aux organismes vivants rencontrés au cours des activités organisées, sans chercher à être exhaustif.

Cette partie est l'occasion de travailler de nouvelles compétences comme réaliser une préparation microscopique simple de cellules et utiliser un microscope photonique pour faire une observation. Ce travail d'observation de cellules chez divers organisme permet de compléter la définition du vivant et de son unité. L'étude du concept de cellule permet d'introduire pour la première fois dans la scolarité l'utilisation d'un microscope photonique. Les élèves seront donc amenés à réaliser une préparation microscopique et à faire des observations au microscope. A cette occasion ils pourront faire un dessin d'observation. Par ailleurs, cette étude permettra de situer dans le temps la fabrication des premiers microscopes et les découvertes associées aux premières observations microscopiques.

Ce thème doit être conçu comme un fil directeur tout au long de l'année. On saisira toutes les opportunités pour enrichir les exemples d'êtres vivants apparaissant dans la classification et souligner la diversité des formes cellulaires.

- Savoir que la diversité des espèces est à la base de la biodiversité.

- Savoir qu'une espèce est un ensemble d'individus capables de se reproduire entre eux et dont la descendance est-elle même capable de se reproduire

- Savoir que les organismes vivants sont classés en groupes emboîtés définis uniquement à partir des attributs qu'ils possèdent en commun.

- Savoir situer des organismes vivants dans la classification actuelle en utilisant des attributs définis par les scientifiques

octobre 14

- Savoir que les organismes vivants sont constitués d'une ou d'un nombre souvent très important de cellules. La cellule constitue l'unité d'organisation des êtres vivants.

Vocabulaire : cellule, noyau, membrane, cytoplasme, classification, caractère commun partagé

Ce travail relève de l'EDD (biodiversité)

Vers une définition du vivant

Cette partie ne correspond pas à une séquence en tant que telle, mais rappelle qu'à la suite de chaque séquence abordant le vivant, il est essentiel de faire prendre conscience aux élèves que la définition du vivant s'enrichit et se précise.

- Découvrir que les êtres vivants ont des fonctions semblables : croissance, développement, reproduction, alimentation.

- Prendre conscience des interactions entre les êtres vivants et de leur interdépendance.

- Savoir que les êtres vivants présentent une unité d'organisation, la cellule (6^{ème})

Les êtres vivants dans leur environnement

Ce travail, dans la continuité du cycle 2, enrichit le concept de vivant en mettant l'accent sur l'étude des interactions entre les êtres vivants. On se limite ici aux relations de consommation qui sont facilement accessibles pour les élèves. L'étude des relations d'entraide et/ou de complémentarité entre les êtres vivants sont abordées plus tard dans la scolarité.

Dans la construction des chaînes alimentaires on se limite aux relations entre les êtres vivants, le transfert de matière et le cycle de la matière sont abordés au cycle 4.

Notions de chaînes et de réseaux alimentaires

- Établir des chaînes et des réseaux alimentaires à partir de l'étude d'un milieu proche (parc, milieu cultivé, forêt, étang, ruisseau...).

- Être capable de formaliser les chaînes alimentaires en indiquant le sens de circulation de la matière et non le sens de la prédation. Notons que cela nécessite la maîtrise de la forme passive.

- Mettre en évidence l'interdépendance des êtres vivants dans un milieu donné et les conséquences d'une modification du milieu ou de la disparition d'une espèce.

- savoir que l'activité humaine peut avoir des conséquences sur les milieux et les êtres vivants qui les peuplent.

Vocabulaire : chaînes et réseau alimentaires, milieu, espèce, prédateur, proie, biodiversité

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement, biodiversité)

Origine de la matière des êtres vivants (6^{ème})

L'étude concerne la production de matière par les organismes vivants et leur interdépendance alimentaire. La croissance permet de repérer la production de matière par les organismes vivants ; c'est une des caractéristiques du vivant. Il s'agit aussi de montrer la place particulière des décomposeurs du sol dans le recyclage des restes des organismes vivants pour faire prendre conscience aux élèves de la réalité du recyclage de la matière dans leur environnement, afin d'en tenir compte dans une perspective de développement durable.

- savoir que tous les organismes vivants sont des producteurs : ils produisent leur propre matière à partir de celle qu'ils prélèvent dans le milieu.

- savoir que les végétaux chlorophylliens n'ont besoin pour se nourrir que de matière minérale (eau, sels minéraux, dioxyde de carbone), à condition de recevoir de la lumière.

octobre 14

- savoir que tous les autres organismes vivants se nourrissent toujours de matière minérale et de matière provenant d'autres organismes vivants.

- Connaître la composition du sol : microorganismes et restes d'organismes vivants, matière minérale provenant de la transformation des restes d'organismes vivants et des roches du sous-sol.

- Etudier le réseau alimentaire du sol et constater la transformation des restes d'organismes vivants en matière minérale par les décomposeurs.

Vocabulaire : eau, sels minéraux, dioxyde de carbone, végétaux chlorophylliens, décomposeur, matière minérale, matière organique

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement, biodiversité)

Répartition des êtres vivants dans leur milieu (6^{ème})

Cette partie doit permettre à l'élève de rendre compte de faits d'observation et de rechercher les premiers éléments d'une explication de la répartition des êtres vivants. L'étude exhaustive d'un milieu ou des composantes du milieu n'est pas attendue. Dans cette étude on se limite à l'environnement proche du collège.

Il convient de préparer les élèves à adopter une attitude raisonnée et responsable vis-à-vis des composantes de leur cadre de vie, en cohérence avec les objectifs de l'éducation au développement durable.

- Identifier les composantes biologiques et physiques (température, ensoleillement...) de l'environnement étudié ; à l'aide de ces informations établir que les êtres vivants ne sont pas répartis au hasard.

- Prendre conscience des interactions entre les organismes vivants et les caractéristiques du milieu.

- Formuler l'hypothèse d'une relation de cause à effet entre les conditions de milieu et la présence d'êtres vivants.

- Réaliser des mesures afin d'établir les caractéristiques d'un milieu et les exploiter

Vocabulaire : humidité, ensoleillement

Ce travail contribue à l'EDD (gestion de l'environnement, biodiversité)

Variation du peuplement d'un milieu (6^{ème})

Cette partie permet, en s'appuyant sur les milieux précédemment étudiés, d'aborder l'organisation du monde vivant au travers des problèmes relatifs au peuplement, soulevés dans l'étude de la répartition des êtres vivants dans leur milieu. On se limite à des exemples de peuplement animal et végétal en lien avec la région.

Au cours des saisons :

- Constater que l'occupation du milieu par les êtres vivants varie au cours des saisons.

- Connaître les modalités de passage de la mauvaise saison : hibernation, migration chez les animaux et les alternances de formes chez les espèces végétales (semences, bourgeon, organes souterrains) et animales (adultes, larves);

- Constater les modalités d'installation des végétaux dans un milieu : formes de dispersion (graines ou spores), reproduction végétative.

Sous l'influence humaine :

Dans cette partie l'élève est amené à comprendre que l'Homme par ses choix d'aménagement influe sur le peuplement des milieux ; il est ainsi sensibilisé à la prise en compte de

octobre 14

l'environnement dans une perspective de développement durable. L'étude de l'influence de l'Homme s'appuie sur des exemples locaux, éventuellement en utilisant des logiciels de simulation.

- prendre conscience de l'influence directe de l'Homme sur le peuplement (par exemple déboisement, ensemencement, chasse, utilisation de pesticides...);
- prendre conscience de l'influence indirecte de l'Homme sur le peuplement (par exemple accumulation de déchets, aménagement du territoire, modifications topographiques)

Vocabulaire : migration, hibernation, spore, graine

Ce travail contribue à l'EDD (gestion de l'environnement, biodiversité)

Des applications biologiques et/ou biotechnologiques au service de l'alimentation humaine (6^{ème})

On vise ici à faire prendre conscience aux élèves des exigences de rigueur et de méthode des pratiques agricoles, artisanales ou industrielles (élevage ou culture, transformation biologique) à travers l'étude d'un exemple.

L'amélioration quantitative et qualitative de la production alimentaire, permise par les progrès des sciences et des techniques, vise la satisfaction des besoins de la population humaine. Elle doit s'inscrire dans une perspective de développement durable. C'est l'occasion pour les élèves de découvrir certains métiers, ce qui peut les aider dans leur choix d'orientation future. Dans le cadre de l'éducation à la responsabilité des élèves, il est essentiel d'accompagner l'étude de l'exemple choisi d'une réflexion sur les limites de la pratique (effets sur l'environnement et la santé, respect des êtres vivants et prise en compte de la biodiversité).

La production alimentaire par l'élevage ou la culture

- Savoir que des améliorations quantitatives et/ou qualitatives de la production sont obtenues en agissant sur la reproduction, les conditions d'élevage ou de culture, les apports nutritifs.

La production alimentaire par une transformation biologique

- savoir que certains aliments sont issus de la transformation d'une matière première animale ou végétale.
- savoir que selon la façon dont les aliments sont transformés leur goût est différent.
- savoir que l'homme maîtrise l'utilisation des microorganismes à l'origine de cette transformation.
- savoir qu'une meilleure production est obtenue par l'amélioration de la qualité des matières premières, le choix des micro-organismes employés et le respect des règles d'hygiène.

Voir technologie

Ce travail contribue à l'EDD (agriculture durable et alimentation de la population mondiale)

Le fonctionnement du corps humain et la santé

Cette partie contribue à l'éducation à la santé, le terme santé étant ici pris dans le sens de l'OMS : « La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. »

Les connaissances acquises sur le fonctionnement du corps humain et la santé seront réinvesties pour :

- comprendre les mesures de prévention ;
- mettre en œuvre une protection adaptée ;
- analyser une situation pour alerter efficacement (apprécier l'état de conscience, la présence de la respiration...);

octobre 14

- connaître et exécuter les gestes de premiers secours.

Première approche des fonctions de nutrition

Digestion

- Connaître l'appareil digestif et son fonctionnement (trajet des aliments, transformation, passage dans le sang).

- Connaître quelques règles d'hygiène concernant l'alimentation.

Vocabulaire : tube digestif, œsophage, estomac, intestin, foie, pancréas, sucs digestifs, aliments, nutriments, énergie.

Respiration

- Être capable de repérer les mouvements respiratoires (inspiration et expiration).

- Etablir le trajet de l'air dans le corps.

- Mesurer des rythmes respiratoires et les interpréter pour comprendre les liens entre respiration et activité physique.

- Effectuer une première approche de la distinction entre l'air inspiré et l'air expiré.

- Modéliser les mouvements respiratoires (rôle du diaphragme).

- connaître les risques liés au tabagisme.

Vocabulaire : poumon, diaphragme, cage thoracique, inspiration, expiration, fréquence respiratoire, air inspiré, air expiré, dioxygène, dioxyde de carbone.

Circulation

- Être capable de mesurer des rythmes respiratoire et cardiaque et les interpréter pour comprendre les liens entre respiration, circulation et activité physique.

- Aborder le rôle de la circulation sanguine dans le fonctionnement des organes du corps (en particulier les muscles) : distribution des nutriments provenant du tube digestif et du dioxygène provenant des poumons.

- Connaître le principe de fonctionnement de l'appareil circulatoire : rôle de pompe du cœur et boucles de circulation (le schéma de la circulation sanguine n'a pas à être mémorisé à ce niveau).

- Savoir que les trois fonctions (digestion, respiration et circulation) sont complémentaires et nécessaires pour assurer les besoins de l'organisme en énergie.

Vocabulaire : organes, cœur, sang, vaisseaux sanguins, circulation, fréquence cardiaque.

Voir : l'air, les pollutions de l'air

Voir l'énergie

Voir EPS : activités athlétiques, courses en durée, natation

Voir ICM : gestes de premier secours

Reproduction des êtres humains et éducation à la sexualité (CM2)

Au-delà des explications biologiques relatives à la reproduction humaine, cette partie a pour objectif d'amener les élèves à comprendre les différentes dimensions de la sexualité (biologique, socio-culturelle et affective) à partir de connaissances scientifiques et d'informations objectives. L'éducation à la sexualité au cycle 3 ne doit pas se réduire à l'étude de la reproduction ; les dimensions affective et culturelle doivent être intégrées à cette étude. Au cours des séances les élèves doivent avoir la possibilité de poser des questions parfois personnelles et de construire des réponses objectives sur leur sexualité naissante. L'enseignant doit veiller à développer le respect mutuel et la tolérance : respect du corps de l'autre, des pudeurs, des sentiments.

C'est aussi l'occasion de développer l'exercice de l'esprit critique face aux codes sociaux véhiculés par les médias en matière de sexualité.

octobre 14

- Connaître le mode de reproduction des humains, le situer par rapport aux modes de reproduction déjà étudiés.
 - Connaître les rôles respectifs des deux sexes dans le processus de reproduction : au cours des rapports sexuels, l'homme dépose dans le corps de la femme des millions de spermatozoïdes. Quand un spermatozoïde pénètre dans un ovule, un œuf est formé. C'est la fécondation.
 - Observation de quelques documents pour montrer les changements de la fécondation à la naissance dans l'utérus : la gestation.
 - Savoir que le rôle des parents se poursuit après la naissance : protection, nutrition et éducation du nouveau-né.
 - Prendre conscience des données essentielles du développement sexuel à la puberté et explication simple des règles.
 - analyser quelques modèles et rôles sociaux véhiculés par les médias, en matière de sexualité
- Vocabulaire : reproduction sexuée, rapport sexuel, fécondation, organes reproducteurs, spermatozoïdes, testicules, ovule, ovaires, œuf, embryon, fœtus, utérus, gestation, grossesse, accouchement, puberté.
- Voir ICM : règles élémentaires d'organisation de la vie publique et de la démocratie
Voir socle : égalité des hommes et des femmes

Electricité

Les notions construites pourront être réinvesties dans l'étude des objets techniques.

Dangers de l'électricité et règles de sécurité

- Réaliser un montage permettant de mettre en évidence la conductivité de l'eau (du robinet) et du corps humain. Le détecteur utilisé sera une DEL.
- mettre en évidence expérimentalement le phénomène de court-circuit.
- Savoir que les disjoncteurs et les fusibles permettent, dans certaines limites, d'assurer la sécurité dans une installation domestique.

Circuits électriques alimentés par des piles

- Savoir allumer deux lampes ou davantage à l'aide d'une pile.
- Savoir distinguer deux types de circuits (circuit en série et circuit en dérivation) en mettant en évidence les deux propriétés suivantes :
dans un circuit en série, plus il y a de lampes, moins elles brillent ; quand on en dévisse une, les autres s'éteignent ; chaque lampe brille moins que si elle était alimentée seule
dans le cas de circuits dérivés comprenant chacun une lampe, si on dévisse une lampe, les autres brillent encore ; chaque lampe brille presque comme si elle était alimentée seule.
- Être capable de mettre en évidence qu'une pile a deux bornes et que le fonctionnement de certains récepteurs (moteur, DEL) est affecté par le sens de leur branchement aux bornes de la pile.

- schématiser un circuit électrique et réaliser un montage électrique à partir d'un schéma (on n'utilisera pas encore en cycle 3 la schématisation conventionnelle qui relève du cycle 4).

Vocabulaire : circuit en série, en dérivation, fusible, court-circuit, disjoncteurs, électrocution.

Voir Le fonctionnement du corps humain et la santé

Voir énergie

Voir Apprendre à porter secours (se protéger, protéger autrui)

Voir Instruction civique et morale - Gestes de premiers secours

Voir histoire : Le XIX^{ème} siècle, La France dans une Europe en expansion industrielle et

octobre 14

urbaine : le temps du travail en usine, des progrès techniques.

Objets techniques

Comme au cycle 2 il s'agit de faire prendre conscience aux élèves de l'intérêt du progrès scientifique et technique et de les amener à se questionner sur les objets qui les entourent : mode d'emploi, fonction, fonctionnement ainsi que sur leur fabrication. On continuera à s'interroger sur les différentes parties des objets (comment et de quoi sont-ils constitués ?, quelle est la fonction des différentes pièces) et sur leurs évolutions (comment les besoins et solutions technologiques ont-ils évolué au cours du temps ?).

On pourra en outre commencer à s'interroger sur les enjeux socioéconomiques liés aux objets techniques et notamment à leur production (pourquoi cet objet existe-t-il ? A quel besoin répond-il ? A qui est-il destiné ? ...). Les élèves doivent découvrir progressivement la valeur sociale des objets techniques, chaque objet présentant des implications multiples dans divers problèmes sociaux. On pourra aborder les problèmes des coûts de production, de la consommation, mettre en évidence que nos comportements ont un impact sur l'environnement et sur le devenir des sociétés (Ginestié, 2001). La question des enjeux socioéconomiques est ainsi fondamentale pour la formation du citoyen. Par exemple comme le pointent Agostini et al. (2012) la compréhension des éléments qui entrent en jeu dans la fabrication d'un produit (innovation, coût de production, loi de l'offre et de la demande, originalité, destinataires, etc.) contribue à promouvoir le jugement critique sur l'évaluation de la valeur marchande des objets et à former des citoyens éclairés et responsables.

Dans la continuité du cycle 2 les activités s'appuient sur l'étude et la réalisation de plusieurs objets techniques. Ils sont adaptés au niveau de compréhension des élèves et à la nécessité d'une approche environnementale et citoyenne. Les activités proposées prennent appui sur des objets techniques présents en classe, dans le laboratoire de technologie ou dans l'environnement proche des élèves, observables et manipulables par les élèves. Les élèves sont amenés à utiliser, analyser des objets et à concevoir et fabriquer des objets permettant d'assurer différentes fonctions. Ils mettent ainsi en œuvre deux types de démarches : l'analyse du fonctionnement d'un objet technique et la réalisation d'un objet technique (notons que ces deux démarches ne sont pas toujours clairement dissociées). Ces démarches, mises en œuvre dès l'école, seront davantage formalisées en 6^{ème}. Le vocabulaire se fera progressivement plus précis. Lors de ces activités les élèves sont amenés à identifier et décrire les principes et les solutions techniques propres aux objets techniques de leur environnement (principe de leviers, dispositifs de transformation de mouvement...).

Les matériaux jouent un rôle important dans le fonctionnement d'un objet technique, ses performances, sa durée de vie, son esthétique. Ils sont aussi au centre des préoccupations liées au développement durable et à l'énergie. Au cycle 3 on continuera la découverte des matériaux amorcée aux cycles 1 et 2. On vise d'une part à faire prendre conscience du fait que les matériaux n'ont pas tous les mêmes propriétés, et d'autre part à penser la nécessité de l'adéquation du matériau à la fonction de la pièce ou de l'objet, ce qui contribue à la construction de la notion de matériau. Il ne s'agit pas de proposer en cycle 3 un cours spécifique sur les matériaux mais d'étudier à un niveau élémentaire, à partir des objets techniques étudiés, quelques-unes des propriétés des matériaux et leurs possibilités de transformation. Certaines de ces propriétés peuvent être abordées dès l'école élémentaire, par exemple la conductivité électrique, la conductivité thermique, mais d'autres nécessitent un matériel plus complexe et relèvent de la 6^{ème}. Cette étude sera poursuivie et approfondie au cycle 4.

Les activités de fabrication d'objets techniques contribuent à l'acquisition de connaissances et

octobre 14

de capacités directement liées à la fabrication : elles sont l'occasion d'apprendre aux élèves à utiliser des outils adaptés à leur âge en toute sécurité, à organiser un poste de travail, et à discuter l'adéquation des matériaux utilisés à la fonction de la pièce ou de l'objet et aux moyens techniques et matériels dont on dispose.

L'étude de l'évolution de certains objets techniques permettra aux élèves de comprendre comment l'évolution des techniques, des matériaux, des connaissances scientifiques, permet l'évolution des objets techniques qu'ils utilisent au quotidien. Pour cela on commencera au cycle 3 à situer certains objets techniques dans une évolution historique. On pourra comparer des solutions utilisées à différentes périodes pour répondre à un même besoin (éclairer, se déplacer, écrire...). On pourra comparer leur efficacité, les dispositifs techniques mobilisés, les contraintes associées, les matériaux utilisés, leur impact sur l'environnement... À partir de quelques illustrations simples de solutions techniques utilisées dans les objets étudiés, on montrera que le progrès des techniques et les évolutions socioéconomiques sont souvent liés. En complément des objets effectivement étudiés en classe, cette partie du programme est l'occasion de recherches documentaires menées sur différents supports (ouvrages, sites, CD, DVD, visites de musée des techniques...). On pourra étudier par exemple l'évolution des objets pour écrire, pour percer, battre des blancs en neige, l'évolution du vélo, des modes de projection...

Le choix des objets supports est important pour permettre de donner du sens aux notions en lien avec l'analyse et la conception d'objets techniques. Il convient donc de s'appuyer sur une variété d'objets : objets contemporains/objets anciens, objets simples/objets complexes, objets réel/maquettes/simulations, objets issus de domaines d'application différents. Ces objets doivent répondre à un besoin réel et identifiable par les élèves.

A l'école les enseignants ont la liberté de choix des objets supports. En 6ème dans les programmes en vigueur, l'enseignement s'articule autour d'un domaine d'application central, celui des « moyens de transport ». Nous proposons d'élargir le champ des domaines d'application, en gardant le thème des transports de façon à maintenir une certaine continuité mais en ajoutant d'autres thèmes (par exemple les instruments de mesure, l'agroalimentaire, l'habitat, la robotique...), ou en laissant la liberté aux enseignants de choisir d'étudier des objets techniques de leur choix s'ils permettent de développer les compétences visées. La liberté du choix des objets techniques étudiés permet de donner la possibilité aux équipes pédagogiques d'orienter ce choix en fonction d'un projet adapté au contexte local de chaque établissement. Les objets supports doivent permettre de mettre en relation leur fonction et des principes ou dispositifs techniques de base (principe du levier, dispositifs variés de transmissions et transformations de mouvement). Les objets choisis intègrent donc des parties mobiles et motorisés chaque fois que possible.

Il faudra veiller à choisir certains objets qui présentent un intérêt du point de vue de leur évolution technique et/ou des caractéristiques des matériaux employés. L'aspect énergétique des objets techniques ne sera abordé qu'en 6^{ème}.

Toutes ces activités permettent aux élèves de développer les compétences du socle citées ci-dessous et de connaître les règles de sécurité à respecter lorsqu'ils manipulent les objets de leur quotidien et lors des fabrications. Ils prennent notamment conscience des dangers liés à l'électricité et des règles à respecter.

Références au socle :

Domaine 4

octobre 14

Aux notions clés qui structurent les sciences sont associées des applications technologiques mises au service des femmes et des hommes.

En découvrant ce qui se cache derrière des démarches simples telles que « allumer la lumière », « jardiner », « téléphoner », l'élève développe un intérêt pour les progrès scientifiques et techniques et leurs effets au quotidien. Concevoir et créer un objet matériel ou un autre type de réalisation concrète, pour répondre au mieux et au plus simple à un besoin exprimé, s'adapter aux écosystèmes pour en bénéficier, met en œuvre chez l'élève l'observation, l'imagination, la créativité, le sens de l'esthétique et de la qualité, les talents manuels et le sens pratique, autant que la sollicitation des savoirs scientifiques et techniques.

Il a appris également les principes de conception et de fabrication des objets, des biens et des services dans le cadre de l'artisanat ou de l'industrie. Il sait les mettre en œuvre pour concevoir et produire des objets tenant compte des contraintes des matériaux, des techniques et processus de production, et respectant l'environnement.

Il observe les règles élémentaires de sécurité liées aux techniques et produits rencontrés dans la vie quotidienne.

Dans la présentation des connaissances et compétences qui suit nous présentons pour commencer ce qui relève des démarches mises en œuvre, qui sont spécifiques de la technologie, puis les objectifs généraux associés, liés aux matériaux, aux énergies en jeu, à la communication et la gestion de l'information. Ces objectifs en termes de connaissances et de compétences relèvent de l'ensemble du cycle mais en 6^{ème} le niveau de formulation et de formalisation sera plus avancé, aussi nous préciserons ce qui relève spécifiquement de la 6^{ème}.

L'analyse du fonctionnement d'un objet technique

Dès l'école les élèves mettent en œuvre des démarches d'analyse d'objet, en 6^{ème} ces démarches s'appliquent à des objets plus complexes et sont approfondies et davantage formalisées et systématisées.

L'observation et l'analyse d'objets techniques permettent de découvrir des principes élémentaires permettant de résoudre des problèmes techniques (transmission et transformation de mouvements, freinage, guidage) et quelques-unes de leurs applications, et de faire identifier quelques principes physiques simples associés à un fonctionnement (principe des leviers par exemple). Ces activités sont l'occasion d'acquérir progressivement le vocabulaire technique de base. Tout type de schématisation simple peut être mobilisé pour cette description dès l'école mais les modes de représentation seront plus élaborés en 6^{ème}. L'activité de démontage-remontage est un des moyens pour comprendre le fonctionnement de l'objet technique. L'identification des solutions techniques doit se traduire, pour l'élève, par plusieurs séances de recherches sur des objets techniques présents en classe ou dans le laboratoire de technologie.

Les compétences suivantes pourront être travaillées à l'école mais elles seront systématisées à partir du collège. Nous mettons un astérisque pour celles qui relèvent exclusivement de la 6^{ème}.

- Comprendre ce qu'est un objet technique
- Mettre en relation besoin et objet technique.
- Énoncer la fonction d'usage d'un objet technique.
- Décrire le principe général de fonctionnement d'un objet technique.
- Identifier les principaux éléments qui constituent l'objet technique.
- Dresser la liste des fonctions techniques qui participent à la fonction d'usage.*

octobre 14

- Identifier des solutions techniques qui assurent une fonction technique.*
- Identifier, à partir d'une représentation (croquis, vues 2D, perspective, modèle numérique 3D), les éléments qui assurent une fonction technique.*
- Décrire graphiquement à l'aide de croquis à main levée ou de schémas le fonctionnement observé des éléments assurant une fonction technique.*
- Distinguer fonction d'usage et fonction d'estime* (à l'école on commencera à se questionner sur le fait qu'un objet plaise ou non avant progressivement de construire la notion d'esthétique d'un objet)
- Énoncer les critères liés aux fonctions d'estime pour un objet technique.*
- Identifier les composantes de la valeur d'un objet technique : prix, fiabilité, disponibilité, délai.*
- Distinguer, dans une notice, les informations qui relèvent de la mise en service d'un produit, de son utilisation, de son entretien, ainsi que les règles de sécurité à observer.*
- Extraire d'une fiche produit les caractéristiques techniques.*

Les démarches de conception et fabrication d'objets

Il s'agit ici de concevoir et fabriquer quelques objets techniques répondant à une fonction donnée. On veillera à varier le type de démarche utilisé en fonction de l'âge des élèves, de l'objet fabriqué, de leur familiarité avec ce type de démarche : fabrication à partir d'un objet existant, d'une fiche de fabrication ou d'un cahier des charges, cette dernière démarche étant de plus en plus privilégiée. Les fabrications à partir d'un cahier des charges permettent aux élèves d'envisager des solutions multiples, de comparer l'efficacité de différents dispositifs... Cela les familiarise avec les démarches technologiques qui sont pratiquées au cycle 4 et, dans une certaine mesure, les sensibilise aux démarches qui peuvent être utilisées dans l'industrie. On pourra dans certains cas inscrire ces fabrications dans le cadre d'une démarche plus globale de projet en prenant en compte notamment les aspects socioéconomiques associés. La conduite d'un projet est l'occasion de mobiliser les savoirs et d'opérer des liens entre les disciplines, c'est aussi le moyen d'apprendre aux élèves à s'engager dans le cadre d'un travail collectif.

Les éléments préfabriqués du commerce que les élèves ont simplement à assembler sont à proscrire impérativement. Les réalisations pourront être individuelle, de groupe ou collective. Un des enjeux de la technologie au cycle 3 est de contribuer à l'acquisition de connaissances et de compétences directement liées à la conception et à la fabrication. Les activités proposées doivent faire appel à des techniques qui se complexifient au fur et à mesure de la scolarité, notamment parce que l'équipement des établissements est très différent. Il s'agit aussi à travers ces activités de réalisation d'aborder ou de consolider les connaissances et les compétences sur les matériaux, les énergies...

Les compétences suivantes pourront être travaillées à l'école mais elles seront systématisées à partir du collège. Nous mettons un astérisque pour celles qui relèvent exclusivement de la 6^{ème}.

- Repérer que différentes solutions techniques peuvent assurer une même fonction
- Être capables de préciser des raisons motivant le choix d'un élément de solution (par exemple matériau) pour un objet et dans un contexte précis (en 6^{ème} on prendra en compte les aspects socioéconomiques, environnementaux, etc.)
- Savoir décoder une fiche de fabrication simple
- Réaliser en suivant un protocole donné.
- Mesurer et contrôler à l'aide d'instruments de mesure, d'un gabarit.

octobre 14

- Savoir utiliser des outils adaptés dans le respect des règles de sécurité
 - Savoir effectuer un geste technique en respectant les consignes
 - valider par l'essai le fonctionnement de l'objet technique réalisé
 - Confronter le résultat à celui attendu
 - Extraire d'un dessin, d'un plan, d'un schéma, d'un éclaté ou d'une nomenclature les informations utiles pour la fabrication ou l'assemblage.*
 - Savoir utiliser des procédés de fabrication spécifiques : usinage, découpage, formage*
 - Connaître les formes permises par les procédés de fabrication et associer un procédé de fabrication à une forme*
 - Réaliser un assemblage ou tout ou partie d'un objet technique en suivant une procédure formalisée : soudage, rivetage, collage, emboîtement, vissage*
- Voir arts plastiques

Les matériaux utilisés

Le travail sur les matériaux amorcé à l'école est approfondi et formalisé en 6^{ème} où il s'agit d'aller plus loin et par exemple d'apprendre à reconnaître des familles de matériaux et à les classer en fonction de leurs propriétés.

- mettre en relation le choix des matériaux utilisés avec la fonction de la pièce ou de l'objet et les moyens techniques et matériels dont on dispose.
- savoir repérer à l'aide des sens et par des tests à quelle famille appartient un matériau (métalliques, organiques, céramiques). Les matériaux retenus sont ceux utilisés dans les objets techniques étudiés.*
- Mettre en évidence à l'aide d'un protocole expérimental quelques propriétés et caractéristiques physiques de matériaux : conductivité électrique, conductivité thermique, densité*, rigidité*, résistance*, aptitude au formage*, résistance à la corrosion*...
- Identifier par l'expérimentation les relations formes - matériaux - procédés de réalisation : aptitude à la coupe (cisailage, poinçonnage, usinage), à la déformation plastique (pliage, formage), au soudage et au collage, au perçage (Les manipulations sont réalisées sur des échantillons de matériaux avec l'équipement approprié (pliage, formage, usinage, moulage) dans le respect des règles de sécurité).*
- Mettre en relation le choix d'un matériau pour un usage donné, son coût et sa capacité de valorisation (au sens de l'écologie).*
- Identifier à partir d'un ou deux exemples significatifs l'impact de l'emploi de certains matériaux sur l'environnement dans les différentes étapes de la vie de l'objet (santé, encombrement, dégradation...)*

Voir Arts plastiques

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement)

L'évolution de l'objet technique

A l'école cette réflexion sera amorcée sur certains objets, elle sera poursuivie de façon plus approfondie et formalisée en 6^{ème}, sur des objets plus complexes.

- Connaître des objets répondant à une même fonction d'usage (familles d'objets).
- Comparer leur fonctionnement, leur efficacité, les matériaux utilisés, les dispositifs techniques mobilisés
- Identifier quelques évolutions techniques et esthétiques. Situer dans le temps ces évolutions.

Voir histoire

Les énergies mises en œuvre (6^{ème})

octobre 14

Il s'agit d'identifier les différentes sources et formes d'énergie mises en jeu dans le fonctionnement de l'objet technique étudié et de comprendre que le choix des sources et formes d'énergie est lié à des contraintes techniques et humaines. Les activités doivent rester simples et concrètes. Cette première approche conduit l'élève à une sensibilisation aux problèmes environnementaux et au développement durable. Elle se poursuivra au cycle 4.

- Indiquer les sources (soleil, vent, eau, combustibles) et les formes d'énergie utilisées (énergie de mouvement, énergie chimique, énergie thermique/chaleur, électricité) pour le fonctionnement de l'objet technique,
- Identifier les éléments de stockage (pile chimique, accumulateur, réserve d'eau...), de distribution (fils électriques, tuyaux) et de transformation (alternateur, moteur électrique) de l'énergie.
- Représenter les transformations de l'énergie dans un objet technique par un croquis.
- Indiquer le caractère plus ou moins polluant de la source d'énergie utilisée pour le fonctionnement de l'objet technique (dégradation de l'air, de l'eau et du sol).

Voir énergie

Ce travail relève de l'EDD (gestion de l'environnement)

La communication et la gestion de l'information (6^{ème})

Cette partie du programme de technologie de 6^{ème} vise à enrichir les acquis des collégiens dans le domaine des technologies de l'information et de la communication. Il s'agira d'apporter des compétences sur lesquelles, comme pour les autres disciplines, pourra s'effectuer la validation du Brevet informatique et internet (B2i) de niveau collège. L'usage des TIC permettra à l'élève de décoder des documents, de préparer la restitution de ses travaux et de réaliser des usinages sur machine à commande numérique sans qu'il ait, en sixième, à préparer les fichiers nécessaires.

Par son objet et ses démarches d'enseignement, la technologie favorise une première approche de la nature de l'information, de son traitement, de sa mémorisation, de sa diffusion, qui permet d'aller au-delà des modes opératoires liés à l'utilisation de logiciels ou de services et d'acquérir « quelques schémas mentaux corrects » propres à l'informatique et à ses applications.

Serveurs, postes de travail, terminaux mobiles, périphériques, logiciels

- Identifier les principaux composants matériels et logiciels d'un environnement informatique

Acquisition et restitution des données.

- Entrer des informations : clavier, lecture magnétique, scanner, appareil photo.
- Restituer des informations : affichage (écrans...), impression (encre, 3D, braille...), son, pilotage de machines...

Stockage des données (mémoire, unité de stockage)

- Recenser des données, les classer, les identifier, les stocker, les retrouver dans une arborescence,
- Distinguer le rôle des différents types de mémoire.

Consultation, création et transmission de documents numériques.

- Ouvrir et consulter des documents existants (textes, schémas, animations, représentations volumiques...), extraire les informations utiles.
- Retrouver une ou plusieurs informations à partir d'adresses URL données.

octobre 14

- Composer, présenter un document numérique (message, texte mis en page, tableaux, schéma, composition graphique) et le communiquer à un destinataire par des moyens électroniques.
- Présenter dans un document numérique les étapes d'une démarche ou d'un raisonnement.

Etude de quelques mécanismes simples

En cycle 3 il s'agit d'étudier plusieurs types de solutions techniques utilisées dans les objets du quotidien : les leviers et certains dispositifs de transmission et de transformation du mouvement. Ces dispositifs ne sont pas étudiés pour eux-mêmes mais dans le but de comprendre le fonctionnement ou de concevoir et fabriquer des objets qui les mettent en œuvre. Au CM il ne s'agit pas d'étudier l'ensemble de ces dispositifs de façon exhaustive mais d'en découvrir quelques-uns. En 6^{ème} cette étude sera poursuivie de façon plus systématique.

Les leviers

- Analyser et comparer le fonctionnement de différents objets techniques de la vie quotidienne utilisant un levier (ciseaux, pied de biche, casse-noix, brouette, pince à épiler, décapsuleur, balances, mobiles...)
- Identifier les intérêts et le principe des leviers : une même force a plus d'effet sur la rotation si elle est appliquée à une plus grande distance de l'axe ; une grande force a plus d'effet qu'une petite force si elle est appliquée à la même distance de l'axe.
- Utiliser, analyser et/ou fabriquer des objets utilisant le principe des leviers, notamment des balances (Roberval, romaine, trébuchet).

Vocabulaire : axe de rotation, pivot, force, distance, levier, balance, masse.

Voir les mouvements corporels

Dispositifs de transmission et de transformation de mouvements.

- Connaître quelques dispositifs de transmission de mouvement, choisis par exemple parmi les dispositifs suivants : câble, palan, roues de friction, engrenages, poulies/courroies, pignons/chaînes, roue dentée/vis sans fin, cardans.
- Connaître quelques dispositifs de transformation du mouvement, choisis par exemple parmi les dispositifs suivants : treuil, roue dentée/crémaillère, vis sans fin/crémaillère, vis/écrou, bielle/manivelle, came.
- Analyser et comparer le fonctionnement de différents objets techniques de la vie quotidienne dans lesquels un mouvement est transmis ou transformé. Identifier ces transformations et ces transmissions : vélo, ustensiles de cuisine (bateurs, essoreuse à salade, tire-bouchon, ...), grue, outils (perceuses, étau...).
- Concevoir et/ou fabriquer des objets techniques permettant d'assurer des fonctions simples, notamment des objets dans lesquels un mouvement est transmis ou transformé (carte animée, grue, anémomètre...).

Vocabulaire : rotation, translation, transmission, transformation.

Voir Le fonctionnement du corps humain et la santé

Voir Apprendre à porter secours (se protéger, protéger autrui)

Voir Instruction civique et morale - Gestes de premiers secours

Voir histoire : Le XIX^{ème} siècle, La France dans une Europe en expansion industrielle et urbaine : le temps du travail en usine, des progrès techniques.

octobre 14

Domaines d'application

Nous ne développons ici que deux des domaines d'applications possibles mais on pourrait ajouter l'habitat, l'agroalimentaire...

Les transports (aériens, maritimes, terrestres)

Ce sujet est particulièrement riche dans la mesure où le déplacement des personnes et des biens met en œuvre des objets techniques variés qui vont du plus simple au plus complexe. Il était déjà très présent dans les programmes en vigueur, nous ne le développons pas ici.

Mesure et instruments de mesure

On mettra les élèves en situation de concevoir et réaliser des instruments de mesure divers permettant de mesurer les grandeurs qui figurent dans le programme de mathématiques : longueur (pied à coulisse), masse et contenance (balances, verre doseur), durée (pendule, clepsydre ou sablier), angle (théodolite)...

L'étude du principe de ces instruments contribue à la construction du sens des grandeurs mesurées, et de façon générale les activités liées à la mesure peuvent permettre aux élèves de comprendre le sens de la mesure et des unités de mesure. Enfin ce travail est l'occasion d'un travail sur le traitement et la représentation des données, la dispersion naturelle des mesures (Si on mesure N fois la même grandeur on n'aura pas N fois la même valeur), et sur la notion d'incertitude (référence socle). Ce travail est essentiel pour contribuer à la formation du citoyen et développer son esprit critique sur l'information, les discours des médias...

Il ne s'agit pas de travailler sur l'ensemble de ces instruments mais d'en sélectionner un ou deux, en fonction du projet de la classe, du contexte local, de l'âge des élèves, des difficultés des élèves repérées par l'enseignant...

Voir mathématiques : grandeurs et mesure, organisation et gestion de données

Annexe 6

Liste des compétences attendues en fin de cycle 3

Les sciences et la technologie visent à développer des compétences spécifiques listées ci-dessous.

L'élève est capable de pratiquer une démarche d'investigation :

- poser des questions précises et cohérentes à propos d'une situation ou d'un phénomène.
- confronter ses idées préalables avec celles des autres élèves (quand cela s'y prête), argumenter
- imaginer et réaliser un protocole permettant de répondre aux questions que l'on se pose, en s'appuyant sur divers modes d'investigation : observations avec ou sans mesures, expérimentation, modélisation, recherche documentaire, enquête et visite, analyse et fabrication d'objets techniques
- utiliser des instruments d'observation et de mesure : double décimètre, loupe, loupe binoculaire et/ou microscope au collège, balance, chronomètre ou montre, thermomètre,...
- suivre un protocole de dissection d'organe, de fleur, de graine
- suivre un protocole de préparation microscopique
- formuler des hypothèses et les tester
- concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de tester l'influence d'un facteur sur un phénomène en isolant les variables.
- éprouver le besoin de mesurer
- construire et manipuler des modèles simples (astronomie, respiration, ...)
- mettre en relation l'observation et les modèles enseignés
- mener une recherche documentaire et être capable d'exploiter en autonomie des documents scientifiques adaptés.
- participer à la préparation d'une enquête ou d'une visite en élaborant un protocole d'observation ou un questionnaire ;
- conduire une démarche technologique tout en tenant compte des contraintes techniques et socio-économiques : analyser le fonctionnement d'objets techniques et concevoir et fabriquer des objets techniques répondant à une fonction donnée
- exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques.
- mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions
- interpréter les résultats d'une investigation
- formuler les conclusions de l'investigation

La mise en œuvre de ces démarches nécessite de développer les compétences suivantes :

- savoir schématiser (un objet, un mécanisme, un protocole expérimental...)
- lire et utiliser différents langages : cartes, croquis, graphiques, chronologie, iconographie
- rédiger un compte rendu intégrant schéma d'expérience ou dessin d'observation...
- savoir apprécier la vraisemblance d'un résultat ;
- accepter le résultat d'une investigation, même si il ne correspond pas à ses idées préalables
- mettre en relation des résultats obtenus en classe et des savoirs scientifiques établis ;

octobre 14

- mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents et dans des activités de la vie courante (par exemple, apprécier l'équilibre d'un repas, changer une ampoule en toute sécurité).
- s'impliquer dans un projet individuel ou collectif

Notions clefs

- Connaître quelques caractéristiques qui fondent l'unité du vivant : croissance, développement, reproduction, nutrition, organisation cellulaire (6^{ème}), interdépendance entre les êtres vivants
- Appréhender la biodiversité et ses modifications dans le temps
- Prendre conscience de l'évolution des espèces au cours de l'histoire de la Terre
- savoir que la matière n'apparaît pas et ne disparaît pas : elle se conserve dans les changements d'état de l'eau, les mélanges et la dissolution.
- Savoir que la matière n'est pas toujours perceptible (air, vapeur d'eau, substances dissoutes).
- Savoir que l'énergie est nécessaire à l'activité humaine, que certaines sources d'énergie ne sont pas inépuisables et qu'il faut les économiser.
- Savoir que l'énergie existe sous différentes formes, qu'elle peut se transformer et se transférer d'un objet à un autre

Grandeurs et mesures et organisation et gestion de données

- exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral ;
- savoir que toute activité de mesure occasionne de la dispersion due à l'instrument, à l'observateur et à la grandeur mesurée (si on mesure 10 fois la même grandeur on n'obtient pas 10 fois le même résultat) et qu'à tout résultat de mesure est associée une incertitude (on peut alors donner un résultat sous forme d'intervalle).
- savoir estimer dans quelques situations des ordres de grandeurs et choisir les instruments de mesure et unités adaptés (double décimètre/décamètre...).
- Savoir lire et interpréter quelques représentations simples : tableaux, graphiques, diagrammes.
- Savoir produire des tableaux, graphiques, diagrammes pour organiser et visualiser des données de natures diverses

Sciences/société

Les activités en SET contribuent aux éducations à (développement durable, santé, sécurité, médias). Les élèves doivent aussi prendre conscience du fait que l'évolution des connaissances scientifiques et techniques a des répercussions sur les activités humaines et l'organisation des sociétés et soulève des questions éthiques. Les enseignements scientifiques et technologiques doivent ainsi amener l'élève à :

- comprendre l'impact de l'activité humaine sur l'environnement ;
- s'impliquer dans un projet individuel ou collectif en lien avec l'idée de gestion de l'environnement et de développement durable et contribuer activement à sa mise en œuvre.
- se respecter en respectant les principales règles d'hygiène de vie ; accomplir les gestes quotidiens sans risquer de se faire mal ; connaître quelques gestes de premier secours ;
- identifier quelques grands problèmes éthiques posés par les progrès de la science et de la technique, et par le respect du monde vivant et de la biodiversité.

octobre 14

- situer dans le temps quelques découvertes scientifiques et techniques, et en percevoir les conséquences historiques.
- concilier les contraintes techniques et économiques avec le respect de l'Homme et de la nature.
- prendre conscience des liens étroits qui unissent l'activité humaine et l'organisation des sociétés
- savoir que la conception et la réalisation des produits prennent appui sur des avancées technologiques et des fondements scientifiques qui s'alimentent mutuellement et contribuent à la recherche permanente de l'innovation.

Vision des sciences

Les démarches d'investigation mises en œuvre seront l'occasion de développer la vision des sciences des élèves. Un travail réflexif explicite sur ces démarches est à privilégier. Il permettra de commencer à faire prendre conscience aux élèves que les connaissances scientifiques :

- s'appuient sur le réel
- peuvent évoluer et sont susceptibles d'être remises en cause dans le futur
- sont élaborées par essais et erreurs
- sont développées en réponse à un questionnement, un problème
- sont le produit d'une pratique humaine collective

Nous n'avons pas repris ici l'ensemble des compétences liées à la maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la documentation citées dans le socle, comme par exemple :

- Savoir confronter différentes sources d'information et s'interroger sur la crédibilité que l'on peut accorder à ces sources
- être capable d'organiser et de traiter des données numériques à l'aide d'un tableur
- être capable de mobiliser des ressources documentaires, numériques ou imprimées, utiliser de manière raisonnée les dictionnaires, manuels, revues et encyclopédies (y compris ceux que l'on trouve sur internet), les potentialités du traitement de texte et d'autres outils bureautiques courants.
- savoir utiliser un site collaboratif dans le cadre scolaire et connaître les règles de bienséance et de civilité de la communication et de la discussion numérique.
- rechercher et de sélectionner des informations nouvelles sur des types de supports variés, notamment numériques.

Il est bien évident que les sciences, comme l'ensemble des autres disciplines, contribuent à l'acquisition de ces compétences et au B2i2e mais nous nous sommes limités ici aux compétences qui sont spécifiques des sciences.

Les sciences expérimentales et la technologie contribuent aussi à développer des compétences plus générales du socle. Les compétences liées à la maîtrise de la langue, les compétences générales de coopération, de travail en groupe, la curiosité, la créativité, l'esprit critique, le sens de l'engagement et de l'initiative, la sensibilité, la confiance en soi et le respect des autres par exemple. Nous ne listons pas l'ensemble de ces compétences ici car elles relèvent là encore de l'ensemble des disciplines.

octobre 14

LE CIEL ET LA TERRE CYCLE 3

Le mouvement du Soleil sur une journée et son explication par la rotation de la Terre sur elle-même

Nous avons choisi cette situation pour plusieurs raisons. D'une part elle permet d'illustrer plusieurs modes d'investigation possibles (observation, modélisation, recherche documentaire) pour expliquer un phénomène des plus quotidiens, celui du mouvement du Soleil dans le ciel au cours d'une journée, l'essentiel étant ici d'amener les élèves à mettre en relation l'observation et le modèle enseigné (modèle héliocentrique). D'autre part cette séquence est un exemple des liens possibles entre sciences expérimentales et histoire. Elle permet aussi d'amorcer avec les élèves une réflexion sur la façon dont les connaissances scientifiques sont construites et évoluent, sont parfois remises en cause, sur le statut des connaissances scientifiques et sur la notion de modèle. Ce travail contribue en outre à la structuration de l'espace et du temps. Enfin il nous semble pertinent de proposer des ressources sur ce sujet car certains enseignants se disent démunis pour aborder le domaine de l'astronomie avec leurs élèves (consultation nationale sur les programmes de l'école primaire, 2013).

Cette proposition s'appuie sur des recherches en didactique de l'astronomie (notamment sur la thèse de H. Merle).

Cette séquence est la première dans le domaine du ciel et de la Terre. Elle s'appuie sur les connaissances liées à la structuration de l'espace travaillée en cycle 2 concernant la lumière et les ombres et l'utilisation de la boussole. Elle commence par l'observation du mouvement du Soleil dans le ciel sur une journée, les élèves sont ensuite amenés à expliquer ce mouvement par une modélisation.

Séance 1

On commencera, lors de la première séance, par un recueil des idées préalables des élèves sur la trajectoire du Soleil dans le ciel sur une journée. Pour cela on peut fournir aux élèves un panorama fictif (un trait horizontal avec un arbre et une maison esquissés par exemple) ou un panorama local réalisé à partir d'une série de photos de l'horizon prises depuis le lieu d'observation prévu (ce lieu doit être facilement accessible depuis la classe et le plus dégagé possible vers le sud). Le panorama doit être centré au sud, on aura donc l'est vers la gauche et l'ouest à droite mais les points cardinaux ne figureront pas sur ce panorama dans un premier temps. Notons que l'élaboration d'un tel panorama par les élèves eux-mêmes pourrait contribuer au B2i2e.

La mise en commun des dessins des élèves met systématiquement en évidence des désaccords sur la forme des trajectoires, leur sens, les points cardinaux. Souvent les élèves positionnent les points cardinaux comme sur une carte, c'est-à-dire avec le nord en haut, l'ouest à gauche et l'est à droite, alors que dans l'hémisphère nord il faut se mettre face au Sud pour observer la trajectoire du Soleil (quand on est face au nord, on tourne le dos au Soleil). De plus ils dessinent des trajectoires ayant des formes erronées (déplacement horizontal, trajectoires « en pointe »..) et dirigées souvent de droite à gauche et non l'inverse comme c'est le cas dans la réalité.

La confrontation des productions permet de lancer un projet d'observation sur une journée, mais les élèves doivent d'abord être capables de repérer correctement la position du Soleil à un instant donné. Pour élaborer une méthode de repérage ils sortent dans la cour munis du

octobre 14

panorama local, avec pour consigne de repérer la position du Soleil et de le placer sur leur feuille. Avant l'observation il est nécessaire de donner des consignes de sécurité : « Attention, ne pas fixer le Soleil pour ne pas se brûler les yeux, le cacher avec le poing ». Les élèves peuvent demander du matériel s'ils le souhaitent (ils demandent souvent une boussole, une règle pour repérer la hauteur du Soleil, qu'ils assimilent à tort à une longueur alors qu'il s'agit d'un angle).

La confrontation de quelques dessins significatifs permet de constater en général que le Soleil n'a pas la même place dans tous les dessins. Pourquoi ? Les élèves émettent l'hypothèse que l'endroit où l'observateur s'est placé est peut-être important. Pour voir si les différences dans les dessins sont bien dues à la position de l'observateur ils vont se placer à différents endroits de la cour et observer où se trouve le Soleil par rapport au paysage. On en tire la nécessité de décider d'une place fixe de l'observateur pour la suite.

La discussion doit aussi aboutir à l'idée qu'on a besoin de repérer à la fois la direction du Soleil (dans le plan horizontal : vers où dois-je me tourner pour voir le Soleil, vers quel repère du paysage se trouve-t-il ?) et sa hauteur (de combien dois-je lever la tête ou lever mon bras pour pointer le Soleil, le Soleil est-il au ras de l'horizon ou très haut dans le ciel ?).

Séance 2

À la suite de cette première séance la classe doit donc préciser la méthode qui sera utilisée pour repérer la position du Soleil puis pour la représenter. Nous décrivons ici la méthode la plus simple, qui consiste à un repérage direct de la position du Soleil sans instrument spécifique, mais il en existe d'autres. On peut par exemple utiliser un instrument de repérage direct, le théodolite, ou une méthode indirecte en s'appuyant sur l'ombre d'un bâton vertical (cf. site du groupe départemental sciences de l'Hérault par exemple). Les élèves pensent d'ailleurs souvent à utiliser l'ombre d'un bâton pour repérer la position du Soleil mais nous avons choisi de proposer ici une méthode directe et facile à mettre en œuvre pour illustrer la faisabilité de ce sujet.

Chaque groupe dispose du panorama photographié depuis le lieu d'observation choisi, et doit indiquer les points cardinaux sur la bande d'horizon et la position du Soleil dans le ciel. Si le problème de la direction est résolu en choisissant un lieu d'observation unique, il reste à préciser comment repérer la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon. Pour repérer cette hauteur, on peut utiliser la méthode des poings : si on empile des poings tendus à partir de l'horizontale, la hauteur du Soleil peut être évaluée en nombre de poings (chaque poing correspondant environ à 10°). Lors de la représentation, une échelle, choisie par l'enseignant en s'aidant des repères sur les photos (un immeuble ou un arbre donnés correspondant par exemple à un poing), permettra de traduire en centimètres ce nombre de poings.

Séance 3

Une fois la méthode de relevé mise au point, les élèves effectuent des relevés sur une journée, à chaque moment de sortie ou d'entrée de classe par exemple (matin, récréation, sortie méridienne, rentrée de l'après-midi, récréation, sortie, fin de l'accueil). Ils dessinent les positions du Soleil sur le panorama pour chaque observation et le trajet du Soleil en indiquant le sens de déplacement. On pourra avec les élèves lors de chaque relevé dessiner sur le sol l'ombre d'un bâton vertical.

L'exploitation des relevés (le lendemain par exemple) permet de dégager que le Soleil se déplace d'est en ouest au cours de la journée (de gauche à droite quand on observe vers le sud). Il se lève vers l'est, monte dans le ciel, culmine (c'est-à-dire il est au plus haut de sa trajectoire) à midi solaire au Sud (180° sur la boussole) et se couche vers l'ouest. On pourra

octobre 14

mettre en relation, ce mouvement du Soleil et l'évolution de l'ombre du bâton au cours de la journée en s'appuyant sur les acquis du cycle 2 sur les ombres, de façon notamment à faire du lien avec l'expérience quotidienne de l'élève.

Note : en France métropolitaine le Soleil n'est jamais au zénith, c'est-à-dire à la verticale du lieu, même le 21 juin à midi solaire.

Séance 4

Cette séance est consacrée à l'interprétation du mouvement « apparent » du Soleil par la rotation de la Terre sur elle-même en 24h. Elle est facilement introduite par les remarques de certains élèves qui affirment souvent, quand on leur demande de décrire le mouvement du Soleil dans le ciel au cours d'une journée, que « ce n'est pas le Soleil qui bouge, c'est la Terre ». Il s'agit donc de lever cette apparente contradiction entre les observations réalisées quotidiennement (nous voyons bien le Soleil se déplacer tous les jours d'est en ouest) et les connaissances de nombreux élèves sur le système solaire.

Les élèves disposent d'une lampe et d'un petit globe terrestre ou d'une sphère en polystyrène munie d'un axe, sur laquelle est indiquée la position de la France. Ils doivent trouver plusieurs solutions permettant d'expliquer les observations réalisées concernant la trajectoire du Soleil sur une journée (lever vers l'est...). Ils découvrent en général en manipulant les maquettes (lampes et globes) qu'il existe (au moins) deux modèles permettant de rendre compte de cette observation : ils peuvent faire tourner la lampe (le Soleil) autour du globe (la Terre) en 24h dans le sens des aiguilles d'une montre ou laisser le Soleil fixe et faire tourner la Terre sur elle-même en 24h dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. On veillera à ce que tous les élèves manipulent les deux modèles et prennent ainsi conscience qu'ils permettent tous les deux d'expliquer le mouvement « apparent » du Soleil.

Il est intéressant ensuite de faire mimer les deux modèles. Un élève porte une lampe pour représenter le Soleil et un autre est l'élève-Terre : il porte une carte de France (dotée des indications Est et Ouest nettement visibles) autour du cou, notamment pour faciliter le repérage des sens de rotation. L'élève Terre se place dos au Soleil (il fait nuit en France). Comment le Soleil doit-il bouger pour apparaître d'abord vers l'est en France ? Ou comment l'élève Terre doit-il tourner pour que le Soleil apparaisse d'abord vers l'est en France ? L'intérêt du mime est notamment de mettre les élèves successivement en position d'observateur terrien et d'observateur « extérieur », favorisant ainsi le passage entre les deux points de vue, souvent difficile pour les élèves.

Par le biais de maquettes ou du mime, les élèves manipulent donc deux modèles permettant de rendre compte des observations réalisées lors des séances précédentes : le modèle géocentrique des grecs (modèle de Ptolémée) et le modèle héliocentrique élaboré à la renaissance (modèle de Copernic et Galilée). Le recours à des documents présentant les deux modèles du ciel qui se sont succédé dans l'histoire permet d'institutionnaliser le modèle héliocentrique : les déplacements du Soleil au cours de la journée s'expliquent par la rotation de la Terre sur elle-même en 24h dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Séance 5

Lors de cette séance on étudiera les conséquences de la rotation de la Terre sur elle-même. Il faudra pointer avec les élèves que ce mouvement explique le phénomène du jour et de la nuit et le fait que les heures ne sont pas les mêmes en tous les points du globe. On pourra ensuite faire manipuler ce modèle aux élèves, par petits groupes. Idéalement il faudrait disposer d'un mini globe terrestre (taille-crayon par exemple) et d'une lampe de poche par groupe. On peut aussi utiliser des balles de ping-pong sur lesquelles on trace l'équateur et quelques villes ou

octobre 14

pays. On peut alors demander aux élèves de positionner le globe pour qu'il soit midi à Paris, le matin en Australie, le soir à New-York... Cela peut servir à l'enseignant d'évaluation formative, facile à mettre en œuvre et à évaluer « en temps réel ».

Il faut ensuite un travail spécifique sur la schématisation, le schéma de la Terre vue « de dessus » étant à privilégier car il permet de situer la France à chaque moment clef de la journée (lever du soleil, midi, coucher du soleil, minuit).

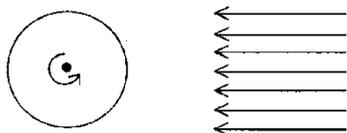


Fig. 14

Ce schéma complété pourra constituer un élément de la trace écrite. Il faudra avoir travaillé en amont avec les élèves sur le parallélisme des rayons solaires.

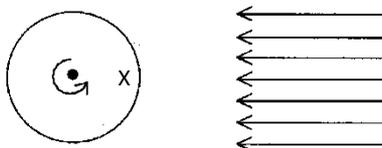
On peut aussi utiliser une vue de profil mais il n'est pas nécessaire dans cette séance de prendre en compte l'inclinaison de l'axe des pôles.

On pourra proposer des exercices du type de ceux qui suivent, qui permettent notamment de travailler la mise en relation de l'observation depuis la Terre et d'une vue de de l'espace du système Terre/Soleil et qui peuvent ensuite participer à l'évaluation.

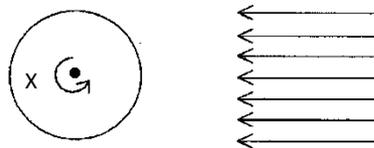
Exemples d'exercices possibles

Exercice 1

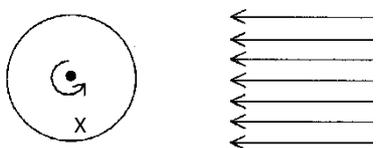
Compléter les phrases suivantes :



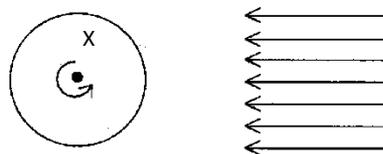
Il est (midi)



Il est (minuit)



Le Soleil se (lève)

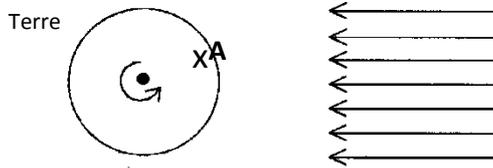


Le Soleil se (couche)

Exercice 2

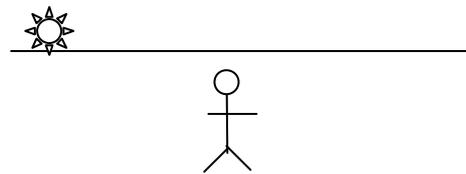
La figure ci-dessous représente la Terre vue depuis une position au-dessus du pôle Nord.

- 1) Quel est le moment de la journée pour le personnage A : matin, midi, après-midi, nuit ?
- 2) Dessiner, pour le personnage A, le Soleil tel qu'il le verra dans le ciel, au-dessus de l'horizon Sud.
- 3) En rouge dessiner le Soleil deux heures plus tard environ.

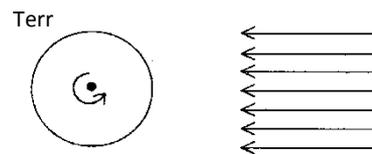


Exercice 3

Camille regarde l'horizon vers le Sud.
Voici ce qu'elle observe :



La figure ci-dessous représente la Terre vue depuis une position au-dessus du pôle Nord.
Placer Camille sur le globe terrestre.



On peut décliner ce type d'exercice très facilement en changeant la position du Soleil dans le ciel et la position du personnage sur la Terre.

ENERGIE CYCLE 3

Cette situation permet d'illustrer plusieurs modes d'investigation possibles (recherche documentaire, démarche expérimentale). Nous avons aussi choisi ce sujet car il permet de mettre en évidence avec les élèves les liens sciences-société et d'aborder avec eux des problématiques de développement durable. Il s'agit de leur faire acquérir une culture scientifique leur permettant de participer aux débats et aux choix de société. S'il importe de transmettre des connaissances (que ce soit sur des aspects économiques, environnementaux, scientifiques ou technologiques de l'énergie), la spécificité de l'EDD réside dans le développement de *compétences* pour mener des raisonnements sur les questions complexes liées au développement durable et de *comportements* citoyens et responsables, au niveau individuel et collectif. Enfin il s'agit là encore d'un sujet sur lequel certains enseignants se disent démunis (consultation nationale sur les programmes de l'école primaire, 2013) et qui est particulièrement complexe du point de vue de la physique et difficile à enseigner. En particulier il y a souvent des confusions entre les différents concepts liés à l'énergie même dans des textes officiels. Il est important que l'enseignant soit très rigoureux sur les termes employés pour permettre aux élèves de distinguer source et forme d'énergie. Notamment on pourra veiller à parler de sources d'énergie renouvelables (ou non) plutôt que d'énergie renouvelable (ou non), ce qui n'a pas de sens puisque l'énergie se conserve.

Pour plus de précisions sur le concept d'énergie et son enseignement voir Rolando et al. (2013) et Bächtold et al. (RDST, à paraître).

Cette séquence, assez longue, peut être scindée en deux parties (séances 1 à 4 d'une part et séances 5 et 6 d'autre part).

Séance 1 : L'énergie, un concept intégrateur

En début de séquence on visera une définition de l'énergie adaptée à l'âge des élèves. Pour cela plusieurs « dispositifs » sont proposés aux élèves, avec la consigne de noter ce qui permet au dispositif de fonctionner et ce qu'il produit, par exemple :

<i>Soleil</i>	panneau solaire (photovoltaïque)	<i>électricité</i>
<i>Soleil</i>	chauffe-eau solaire	<i>chaleur</i>
<i>Charbon (et air)</i>	machine à vapeur	<i>mouvement</i>
<i>Essence (et air)</i>	moteur à combustion	<i>mouvement</i>
<i>Paraffine (huile) (et air)</i>	bougie ou lampe à huile	<i>lumière</i>
<i>Gaz (et air)</i>	réchaud à gaz	<i>chaleur</i>
<i>Chute ou cours d'eau</i>	moulin à eau	<i>mouvement</i>
<i>Chute ou cours d'eau</i>	centrale électrique	<i>électricité</i>
<i>Vent</i>	éolienne	<i>électricité</i>
<i>Vent</i>	voilier	<i>mouvement</i>
<i>Uranium</i>	centrale nucléaire	<i>électricité</i>

octobre 14

...

La mise en commun des réponses permet de dégager l'idée que pour produire « quelque chose » (de la lumière, de la chaleur, du mouvement ou de l'électricité...) il faut toujours, au départ, utiliser « autre chose » (des produits ou du bois que l'on fait brûler, de l'uranium, l'eau, le vent, la lumière du Soleil...) : « **on n'a rien sans rien** ».

Tous ces dispositifs qui **produisent de la chaleur, de la lumière ou de l'électricité qui modifient un mouvement**, utilisent l'eau, le vent, le Soleil, des produits chimiques, de l'uranium. On dira que l'eau, le vent, le Soleil, les produits chimiques, l'uranium **sont des sources d'énergie**. Plus qu'une définition à apprendre par cœur, c'est l'idée qui est à retenir : tous ces dispositifs sont très différents mais ils ont un point commun, ils nécessitent tous l'utilisation d'une source d'énergie pour fonctionner, même si ces sources sont diverses. De plus une même source d'énergie peut produire toute sorte d'effets. On pourra aboutir à une première définition de l'énergie du type « L'énergie c'est ce qui est nécessaire pour produire différents effets : chauffer, éclairer, modifier un mouvement,... ».

En exercice on peut demander aux élèves de trouver d'autres dispositifs qui utilisent de l'énergie et d'identifier les sources d'énergie pour chacun d'eux, ou de compléter un tableau comme ci-dessous :

.....	Montgolfière
Chute d'eau	électricité

Remarque : on privilégie ici la notion de source d'énergie et non de forme d'énergie. Rappelons que l'électricité, la chaleur, la lumière ne correspondent ni à une source d'énergie ni à une forme d'énergie, mais à des modes de transfert de l'énergie mais nous avons fait le choix de ne pas distinguer forme et mode de transfert à l'école élémentaire. Les termes d' « énergie électrique », d' « énergie lumineuse » étant très usités dans le langage courant, on peut admettre ces expressions si elles sont proposées par les élèves.

Cette séance peut être complétée par un classement entre les sources renouvelables (eau, vent, bois, Soleil) et non renouvelables (uranium et combustibles fossiles : charbon, pétrole, gaz), à partir d'une définition donnée aux élèves : une source d'énergie renouvelable est une source qui se renouvelle à l'échelle de la vie humaine. Par exemple le bois (biomasse) est souvent considéré comme non renouvelable par les élèves qui sont souvent sensibilisés au problème de la déforestation, mais il s'agit d'une source renouvelable. On veillera à ne pas amalgamer source d'énergie renouvelable et source d'énergie polluante : la biomasse produit des gaz à effet de serre.

Séance 2 : La production d'électricité, les centrales électriques

Cette séance donne lieu à une recherche documentaire. Pour chaque type de centrale (thermique, hydraulique et nucléaire, éolienne) un document est proposé aux élèves. La consigne est de tenter de schématiser, à partir du texte proposé, le fonctionnement de chaque centrale, en repérant les points communs et les différences entre chacune d'elles. L'idéal est de proposer des textes issus de sources différentes pour familiariser les élèves avec divers types de documents et les amener à se questionner sur l'origine et la crédibilité de ces textes. On peut trouver des textes dans des manuels scolaires, sur des sites internet (EDF, ADEME...).

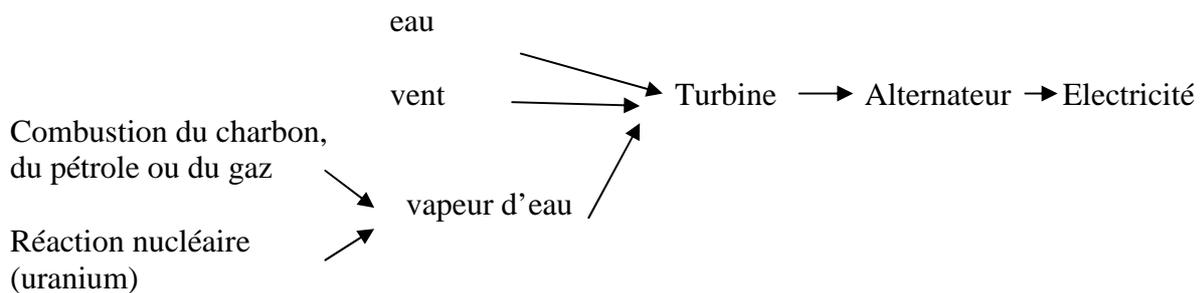
octobre 14

Les points communs : dans chaque centrale on trouve une turbine qui entraîne un alternateur qui produit de l'électricité.

Les différences :

- dans une centrale hydraulique c'est l'eau qui fait tourner la turbine,
- dans une éolienne c'est le vent
- dans les centrales thermiques à combustion et nucléaires c'est la vapeur d'eau produite
 - o par la combustion du charbon ou du pétrole ou du gaz dans les centrales thermiques à combustion
 - o par une réaction nucléaire dans les centrales nucléaires.

Ces « chaînes énergétiques » élémentaires peuvent être schématisées les unes sous les autres de façon à faire nettement apparaître les points communs.



Cela permet de mettre en évidence le fait que l'énergie existe sous différentes « formes » : énergie de mouvement (vent, eau dans une rivière ou dans la conduite d'une centrale), énergie chimique (charbon, gaz, pétrole), énergie nucléaire (uranium), énergie thermique/chaleur, énergie lumineuse, énergie électrique (avec les limites pointées précédemment), qu'elle peut se transformer et qu'elle peut se transférer d'un « objet » à un autre. On peut indiquer la forme d'énergie correspondant à chaque étape de la chaîne énergétique des différentes centrales. L'alternateur est un élément constitutif de toutes les centrales, qui transforme de l'énergie de mouvement (communiquée par la turbine) en électricité.

On peut ensuite étudier quelques autres dispositifs permettant de mettre en évidence une transformation de l'énergie, par exemple une lampe de poche à manivelle, une bouilloire électrique...

Séance 3

Une autre séance peut être consacrée à la réalisation d'une maquette de centrale hydraulique (on peut trouver des fiches de fabrication dans des manuels scolaires ou sur internet). On pourra utiliser un alternateur de bicyclette (improprement appelé une dynamo) et demander aux élèves d'éclairer une lampe (ou une DEL) avec cet alternateur. En l'absence de dynamo on pourra utiliser un moteur électrique de jouet capable de produire de l'électricité quand on fait tourner son axe. Pour cela ils doivent réaliser un circuit simple en reliant chaque borne de l'alternateur à chaque borne de l'ampoule : sans mouvement la lampe (ou la DEL) ne s'éclaire pas. Pour qu'elle s'éclaire il faut faire tourner la molette rapidement. Cette expérience illustre bien le fonctionnement d'une centrale, pour modéliser une centrale hydraulique on peut fixer une turbine sur la molette et la faire tourner sous un robinet.

On peut aussi réaliser une maquette d'éolienne mais les problèmes de frottements rendent cela un peu difficile. Il existe aussi dans le commerce des petites éoliennes qui permettent d'éclairer une DEL en soufflant sur une hélice à des prix raisonnables (moins de 10 euros)

octobre 14

qu'on peut étudier avec les élèves (on peut aussi demander si parmi les élèves certains n'ont pas de jeux de ce type qui sont de plus en plus fréquents).

Séance 4

Une recherche documentaire sur les différents modes de production et de transformation d'électricité en France complètera cette étude. Ce sera l'occasion de discuter avec les élèves des avantages et des inconvénients des divers types de centrales électriques et notamment de l'impact sur l'environnement et la santé de chacune d'elles. Là encore on peut trouver des exemples de textes dans des manuels scolaires ou sur internet

Séance 5 : Les problèmes de consommation et d'économie d'énergie dans la vie quotidienne

Le point de départ pourrait être la comparaison des consommations d'énergie de différents pays ou à différentes époques, la lecture d'un ou plusieurs textes sur l'épuisement des ressources énergétiques et/ou un document du type « quelques gestes simples pour économiser l'énergie dans la vie quotidienne ». Cela permet de sensibiliser les élèves aux problèmes sociétaux liés à l'énergie dans une perspective de développement durable. Parmi les gestes simples souvent évoqués dans les documents, on trouve quelques conseils comme celui de couvrir une casserole avec un couvercle quand on fait chauffer de l'eau.

On pourra alors soumettre aux élèves le problème suivant : « Pourquoi mettre un couvercle sur une casserole quand on veut faire bouillir de l'eau ? »

Après avoir noté les hypothèses des élèves (« ça bout plus vite, il faut moins de gaz ou d'électricité... »), on leur demande d'imaginer un protocole expérimental pour tester ces hypothèses et les protocoles des différents groupes sont confrontés et critiqués. La discussion doit déboucher sur la nécessité d'une comparaison entre deux récipients (avec ou sans couvercle), identiques, avec même quantité d'eau à la même température de départ, avec un chauffage identique : on peut relever régulièrement la température de l'eau ou simplement mesurer le temps nécessaire pour arriver à ébullition. On constatera que la température de l'eau augmente plus lentement quand il n'y a pas de couvercle et que l'eau mettra plus longtemps pour atteindre la température d'ébullition. Bien évidemment cette manipulation est réalisée par le maître mais il peut impliquer les élèves en leur faisant réaliser les mesures de température par exemple.

Outre l'objectif en terme de comportement citoyen, on vise ici un objectif méthodologique important : dans une démarche expérimentale on doit, pour pouvoir conclure, isoler les variables, c'est-à-dire ne faire varier qu'un facteur (la présence ou non de couvercle) et maintenir les autres constants. En terme de savoir-faire, on travaille également la lecture de thermomètres (expérience unique ici, étant donné le risque de brûlure) et, éventuellement la réalisation d'un graphique (température en fonction du temps dans chaque récipient).

Séance 6 : L'isolation thermique des habitations

La séance est introduite par l'observation d'un ou plusieurs documents décrivant les techniques employées dans la construction. Problème : « Pourquoi isole-t-on les habitations avec de la laine de verre ou du polystyrène ? Quel est le rôle de ces matériaux ? »

Cette séance est très intéressante car elle permet d'une part, de faire vivre à nouveau une démarche expérimentale avec isolement des variables aux élèves. Elle permet aussi, d'autre part, de lutter contre une conception erronée assez fréquente. Alors que la laine de verre ou le polystyrène ne servent qu'à ralentir les échanges de chaleur avec l'extérieur, certains élèves peuvent penser qu'ils servent à « chauffer la maison ». Même si cette conception n'est pas

octobre 14

exprimée aussi clairement, elle transparaît parfois dans les protocoles expérimentaux imaginés par les élèves. Notons que les expériences se feront avec du polystyrène ou de la laine (pull, polaire). On évitera l'utilisation de la laine de verre avec les élèves (problèmes possibles de santé, allergies et asthme).

Les hypothèses individuelles des élèves sont mises en commun et discutées par la classe : « ça sert à isoler », « c'est pour pas avoir froid l'hiver », « avec de la laine il fait plus chaud dans la maison »... Si l'hypothèse 1 : « la laine sert à chauffer » apparaît clairement, il faut la conserver telle quelle. Une autre hypothèse (2) sera sans doute « la laine sert à garder la chaleur ».

Par groupe les enfants doivent imaginer un protocole expérimental pour tester les hypothèses retenues par la classe.

Hypothèse 1

Les élèves disposent de thermomètres et ils vont placer le thermomètre dans la laine pour voir si la température augmente (attention, la laine et les thermomètres doivent être dans la salle de classe depuis un moment pour être à température ambiante). L'hypothèse est réfutée car la température n'augmente pas : la laine ne chauffe pas.

Hypothèse 2

Pour aider les élèves à élaborer le protocole expérimental, le maître pourra proposer de remplacer la maison par un récipient rempli d'eau chaude. Les élèves imaginent facilement d'entourer ce récipient avec de la laine et de repérer la température. Il manque dans ce protocole le « témoin », c'est-à-dire un récipient identique contenant la même quantité d'eau à la même température. Sans ce récipient « témoin » il est impossible de conclure car la température diminue, la laine n'étant pas un isolant parfait. L'enseignant peut laisser les élèves réaliser cette expérience, même incorrecte, et constater a posteriori que le protocole est incomplet : « je pense que l'hypothèse est validée car la température baisse très peu », « oui, mais elle baisse quand même », « s'il n'y avait pas la laine ça baisserait plus », « oui mais on n'est pas sûr »... Après ce débat le maître demande aux élèves comment être sûrs et la nécessité du témoin apparaît si les élèves ne l'ont pas imaginé dès le départ.

On peut alors réaliser l'expérience avec les deux récipients (isolé ou non) et relever la température à intervalles de temps réguliers, puis construire le graphique d'évolution de la température en fonction du temps : on constate que la température chute plus rapidement quand le récipient n'est pas isolé. Le rôle de la laine est donc précisé par rapport à l'hypothèse : « la laine ralentit les échanges de chaleur, on dit que c'est un isolant thermique ».

Remarque : les différents groupes peuvent utiliser des isolants différents et comparer leurs capacités d'isolation.

Les élèves pensent souvent que les isolants thermiques ne sont utiles que pendant l'hiver. Le maître peut leur demander ce qui se passe l'été. Une discussion sur les températures extérieures en été permet d'émettre l'hypothèse selon laquelle « l'isolant, l'été, empêche la chaleur de rentrer ». Une nouvelle expérimentation (protocole identique avec récipient « témoin » non isolé) pourra être mise en œuvre avec deux récipients remplis d'eau fraîche placés près d'un radiateur ou dehors s'il fait chaud. On constatera que l'eau se réchauffe moins vite si le récipient est isolé, l'hypothèse est donc validée : la laine ralentit les échanges de chaleur dans les deux sens, elle conserve la maison chaude l'hiver et fraîche l'été.

octobre 14

Une autre entrée possible permettant de travailler des connaissances et compétences proches consisterait à étudier un chauffe-eau solaire et à s'interroger sur les raisons d'être des différentes parties : à quoi sert la laine de verre qui l'entoure, la vitre, pourquoi le fond est-il noir, le capteur incliné ?

DECOUVERT DU MONDE DES OBJETS CYCLE 2

Conception et fabrication de petites voitures

Les raisons du choix de cette situation sont multiples. Elle met en œuvre une démarche de conception et de fabrication d'un objet technique (fabrication à partir d'un cahier des charges), accessible dès le cycle 2, voire la fin du cycle 1. Cette fabrication est très motivante pour les élèves et ils peuvent mobiliser, lors de cette séquence, leurs connaissances concernant ces jouets parmi les plus usuels. Cette réalisation nécessite peu de matériel, essentiellement du matériel de récupération. Enfin et surtout elle met en jeu un mécanisme technique essentiel : le système roue/essieu.

Ce système est une des machines simples indispensable dans la plupart des moyens de [transports terrestres](#) : il permet à un véhicule de reposer sur le sol et de s'y mouvoir tout en déplaçant des charges importantes. La roue, [invention](#) très ancienne qui date de [3100 avant J.-C.](#) en [Mésopotamie](#), est une pièce [mécanique](#) rigide de forme circulaire. Les premières roues étaient solidaires d'un axe passant par leur centre et reliant deux roues situées de part et d'autre de la caisse d'un véhicule. Actuellement les roues tournent autour de l'axe, appelé essieu, pièce supportant les roues du véhicule à ses extrémités et disposée transversalement sous le véhicule.

Les élèves sont très nombreux à avoir déjà fabriqué des véhicules avec des jeux de construction divers, dans le cadre scolaire ou familial. Mais dans ces jeux, le problème technique, qui consiste à assurer la rotation de la roue autour de l'axe, ou la rotation de l'axe par rapport au châssis, est déjà résolu. Dans cette séquence au contraire, les élèves doivent fabriquer des véhicules avec du matériel de récupération et résoudre le problème technique eux-mêmes.

Séance 1

Les élèves ont pour consigne de construire une petite voiture pouvant transporter un petit personnage. Ils disposent au départ :

- de différentes boîtes en carton (boîtes de chaussures par exemple, briques de jus de fruit) ou en plastique souple (boîtes de glace) pour le châssis
- de rondelles de bouchons de liège, de bouchons en plastique, de balles de ping-pong ou de petites sphères de polystyrène pour les roues
- de baguettes de bois (piques à brochettes émoussées) pour les axes
- de scotch, de pâte à modeler...

Le choix du matériel est déterminant. Avec le matériel proposé la seule solution pertinente consiste à fixer les roues sur les axes et à percer les boîtes pour permettre la rotation de l'axe (roues fixes par rapport à l'axe, axe mobile). Ce choix de matériel ne permet pas aux élèves de découvrir d'autres dispositifs (roues mobiles par rapport à un axe fixe) permettant d'assurer la rotation des roues. Cela permet de mettre l'accent dans cette première séance sur la nécessité de rotation des roues, ce que ne permet pas l'utilisation d'emblée de roues pré-percées en carton par exemple,

Les élèves peuvent venir choisir leur matériel, ils ont besoin de tâtonner assez longuement et il faut leur laisser le temps nécessaire. Ils choisissent en général en premier les roues, puis les axes. Le plus simple pour eux est de fixer les roues sur les axes, pour cela on peut les autoriser à manipuler des vrilles en leur apprenant à les utiliser sans danger. Ensuite ils font « rouler » leur ensemble et il est difficile pour eux de trouver un système de liaison sur le châssis (la boîte) qui permette la rotation de l'axe, De nombreux élèves peuvent être en

octobre 14

difficulté dans leur réalisation et il arrive que certains abandonnent l'axe et collent les roues sur les boîtes (photo 1).

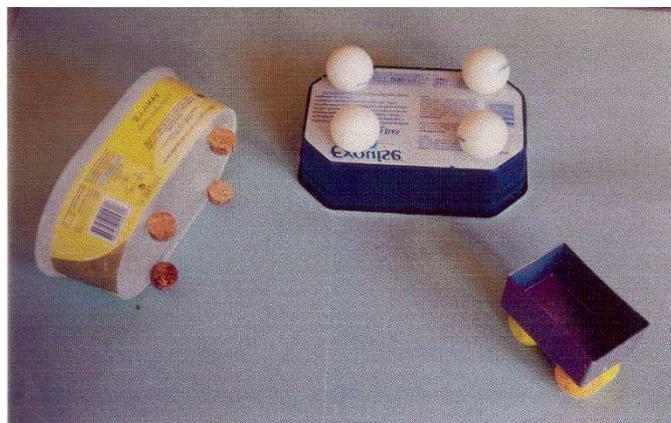


Photo 1

On obtient donc, dans cette première séance, des réalisations très diverses et en général peu abouties. L'analyse collective des réalisations doit permettre de dégager une conclusion essentielle : pour que la voiture roule il faut que les roues tournent.

Si cette nécessité est évidente pour des adultes, elle ne l'est pas forcément pour de jeunes élèves, surtout en début de cycle. Cette séance est donc essentielle pour pointer l'importance de l'axe de rotation : une roue tourne non pas parce qu'elle a des pneus ou qu'elle est ronde (même si cela est nécessaire), mais parce qu'elle est associée à un axe de rotation.

En termes d'apprentissage cette fabrication vise donc deux objectifs :

- il faut que les roues puissent tourner pour que la voiture roule
- il faut un axe de rotation pour permettre cette rotation.

Séance 2

Dans une deuxième séance, le matériel est volontairement enrichi avec des boîtes rigides (boîtes de thé par exemple), des roues percées en leur centre (disponibles chez de nombreux fabricants de matériel scolaire) et/ou de grosses perles ; des pailles, des pinces à linge, des rouleaux d'essuie-mains sont également mis à disposition des élèves.

Une contrainte est imposée : chaque enfant choisit son matériel (une boîte, deux axes et quatre roues) et le surplus de matériel est enlevé. Le tâtonnement de la première séance et l'analyse des premières productions doit aider les élèves à faire leur choix dans le matériel proposé.

L'objectif est de faire découvrir aux élèves qu'il existe deux solutions techniques :

- soit l'axe est fixe, c'est-à-dire solidaire du châssis (scotché sous la boîte par exemple) et les roues sont en rotation autour de l'axe (roues pré percées ou perles par exemple) ; dans ce cas les élèves devront résoudre le problème de guidage en translation des roues en fixant de part et d'autre une pièce pour les guider (morceau de liège ou de polystyrène, pâte à modeler...). Cela permet d'aborder le compromis nécessaire entre guidage et mouvement qui se pose dès que deux pièces mécaniques sont en mouvement l'une par rapport à l'autre : si le jeu est trop important, les roues ne sont pas perpendiculaires à l'axe, mais s'il est trop réduit elles ne tournent pas. (photo 2)

octobre 14

- soit l'axe et les roues sont solidaires et l'ensemble est en rotation : axe fiché dans la boîte en carton percée de quatre trous (photo 3) ou guidé par une paille collée sous la boîte par exemple)

La facilité d'utilisation des roues pré percées incite la majorité des élèves à faire le premier choix. Le rôle du matériel proposé (en particulier les boîtes rigides qu'ils ne peuvent pas percer avec le matériel disponible et les roues non percées) est d'inciter certains d'entre eux à trouver d'autres solutions. Avec une boîte rigide et un système roues/essieu solidaire, les élèves doivent trouver comment rendre l'axe solidaire du châssis tout en le laissant tourner : la paille ou deux épingles à linge collées sous le châssis peuvent leur permettre de résoudre ce problème technique.

L'analyse collective des réalisations permet de découvrir les deux solutions techniques en observant "ce qui tourne" : les roues dans le premier cas ou l'ensemble « axe plus roues » dans le second.

Lors de cette séance les élèves seront amenés à constater, quel que soit le dispositif testé, la nécessité du parallélisme des axes.

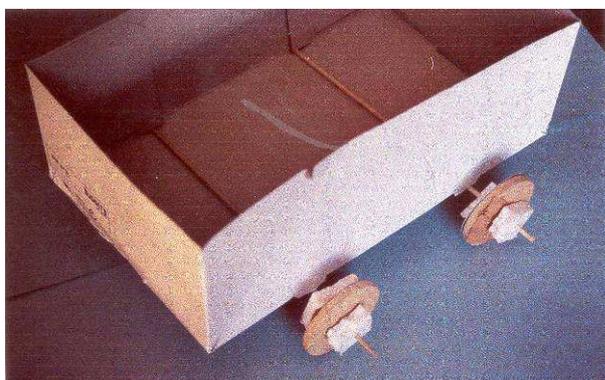


Photo 2

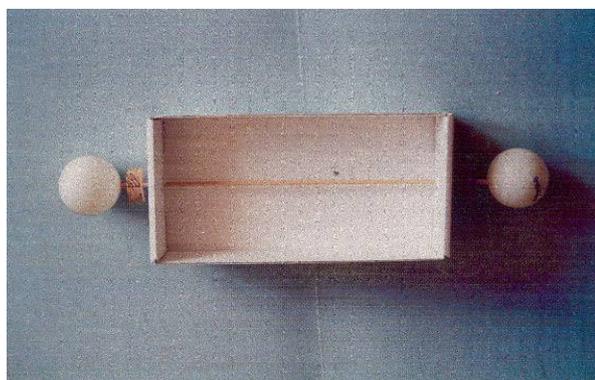


Photo 3

Séance 3

Pour s'assurer que tous les élèves ont compris le système de guidage de l'essieu, le matériel sera imposé dans une troisième séance : tous les élèves disposeront d'une boîte rigide (ou d'une boîte qu'ils n'auront pas le droit de percer), de roues non percées (rondelles de bouchons de liège qu'on fixe sur l'axe ou bouchons en plastique) et d'une paille ou d'épingles à linge comme guidage. Cette solution, même si elle ne correspond pas à la solution actuellement mise en œuvre dans les véhicules, permet des réalisations assez satisfaisantes à partir de matériel modeste (photo 4). On pourra organiser des courses de voiture dans la cour et chaque élève pourra décorer sa voiture (la simplicité et le faible coût du matériel permet une réalisation individuelle que chaque élève peut conserver).

Après cette fabrication les élèves observeront divers objets roulants : petites voitures manufacturées, brouette,... et étudierons quels sont, dans ces objets du quotidien, les dispositifs utilisés pour la rotation des roues.

octobre 14

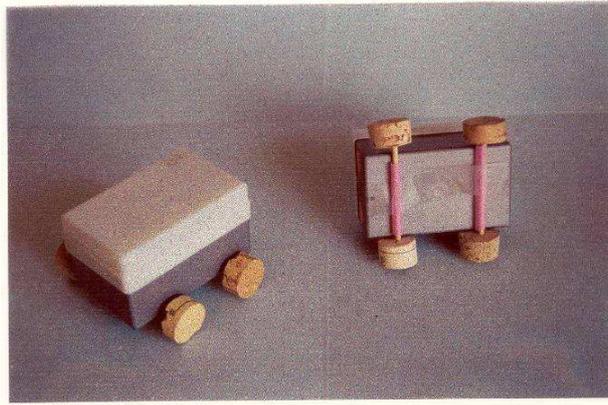


Photo 4

Séance 4

La quatrième séance est consacrée à l'élaboration d'une affiche ayant pour but d'expliquer les étapes de la fabrication à des élèves d'autres classes (fiche de fabrication). Les élèves devront réaliser des schémas (ou faire des photos, B2i2e) et rédiger des textes pour chacune des étapes, lister le matériel et les outils nécessaires à la fabrication.

On pourra organiser une situation de communication pour faire tester cette fiche technique par une autre classe de l'école pour éventuellement la modifier et l'améliorer en fonction des retours de la classe concernée. Cela permet de travailler sur un type d'écrit spécifique et ainsi de développer des compétences dans le domaine de la maîtrise de la langue.

Remarque :

Le choix de progression proposé est bien adapté en début de cycle. Avec des élèves plus âgés ou très familiarisés avec ce type de démarche on pourra proposer d'emblée l'ensemble du matériel, mais il faudra limiter le nombre de roues pré-percées, mettre à la fois des boîtes souples et rigides en nombre limité, pour que tous les élèves n'aient pas les mêmes contraintes, de façon à favoriser l'émergence des différents dispositifs.

OBJETS TECHNIQUES CYCLE 3

Fabrication d'un objet technique, le pied à coulisse

Nous avons choisi cette situation pour plusieurs raisons. D'une part elle illustre une démarche technologique de conception et de fabrication d'objet bien adaptée au cycle 3 (école comme 6^{ème}). D'autre part cette séquence est un exemple des liens possibles entre SET et mathématiques. En effet elle permet une réflexion sur les grandeurs et la mesure et notamment sur la notion d'incertitude, dont nous avons pointé l'importance dans la question 1. Elle introduit en outre une réflexion sur la nature des sciences. Enfin, en liaison avec la partie des mathématiques « gestion et organisation des données » elle développe des compétences liées à l'élaboration et l'exploitation de tableaux et de graphiques (diagramme en bâtons).

Notons que l'impact de cette séquence a été évalué par une recherche avec une méthodologie d'ingénierie didactique avec des élèves de CM1 (Munier et al., IJSE, 2013).

Séance 1

La séquence débute par la présentation d'un problème par l'enseignant : dans la gestion d'une forêt, les forestiers doivent utiliser des instruments de mesure permettant de sélectionner des arbres dont le diamètre est soit inférieur à une valeur donnée pour éclaircir la forêt, soit supérieur à un seuil pour les coupes lors de l'exploitation. A partir de cette mise en situation, les élèves doivent concevoir et fabriquer un instrument permettant de mesurer le diamètre des arbres.

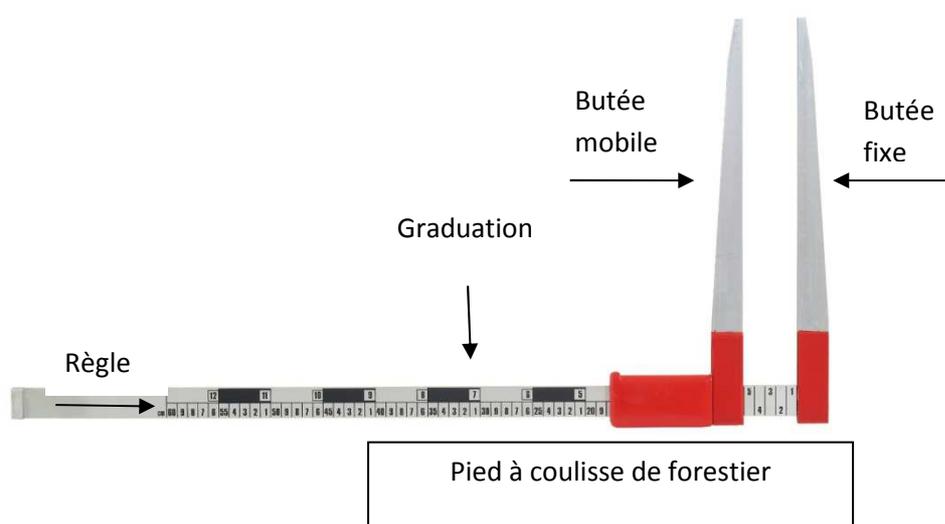
Les élèves commencent par imaginer (éventuellement schématiser) un ou des dispositifs possibles. Pour les aider dans cette réflexion, on met à leur disposition du matériel (règle d'un mètre, grande équerre, ficelle, baguettes de bois, compas, craie...) qu'ils peuvent manipuler en situation dans la cour. Les propositions peuvent être variées mais il y a toujours des propositions de type « pied à coulisse », elles sont en général reconnues par les élèves comme les plus pertinentes. L'analyse des propositions et/ou des schémas permet de dégager avec les élèves les idées importantes :

- il faut deux « barres » placées de part et d'autre du tronc mais ces barres doivent être parallèles entre elles
- pour cela elles doivent être perpendiculaires à une troisième barre qui porte une graduation
- une de ces barres doit pouvoir coulisser sur la barre graduée pour « enserrer » le tronc d'arbre.

octobre 14



La comparaison avec un pied à coulisse de forestier réel (ou l'observation de photos) permet de reconnaître les différents éléments imaginés : la règle graduée et une butée fixe solidaire de la règle, ainsi qu'une autre butée qui coulisse le long de la règle, chaque butée étant perpendiculaire à la règle. Les élèves légendent un schéma ou une photo de pied à coulisse et élaborent le mode d'emploi de cet instrument.



Séance 2

Lors de la séance suivante, chaque élève fabrique son instrument à partir de matériel à disposition. A l'école il pourra s'agir d'éléments en carton préparés par le professeur : un « L » en carton, une bande de carton pour la butée mobile et une bande de papier graduée pour la règle. L'élève devra coller la règle en papier sur le « L » : une analyse critique des productions conduira à la nécessité de bien placer le zéro de la graduation. L'élève pourra ensuite plier et agraffer, coller ou scotcher la bande de carton autour de la règle de façon à ce qu'elle puisse coulisser. L'analyse critique des productions conduit à une discussion sur le problème du guidage en translation de la butée mobile : si le jeu est trop important, elle ne restera pas perpendiculaire à la règle et donc parallèle à la butée fixe, mais s'il est trop réduit elle ne pourra pas coulisser.

Au collège, cette fabrication pourra être réalisée avec du matériel et des matériaux plus élaborés et nécessiter différentes techniques de traçage, découpage, d'usinage, d'assemblage, mais les problèmes à résoudre, celui de l'étalonnage et celui du guidage en translation d'une pièce mobile restent les mêmes.

octobre 14

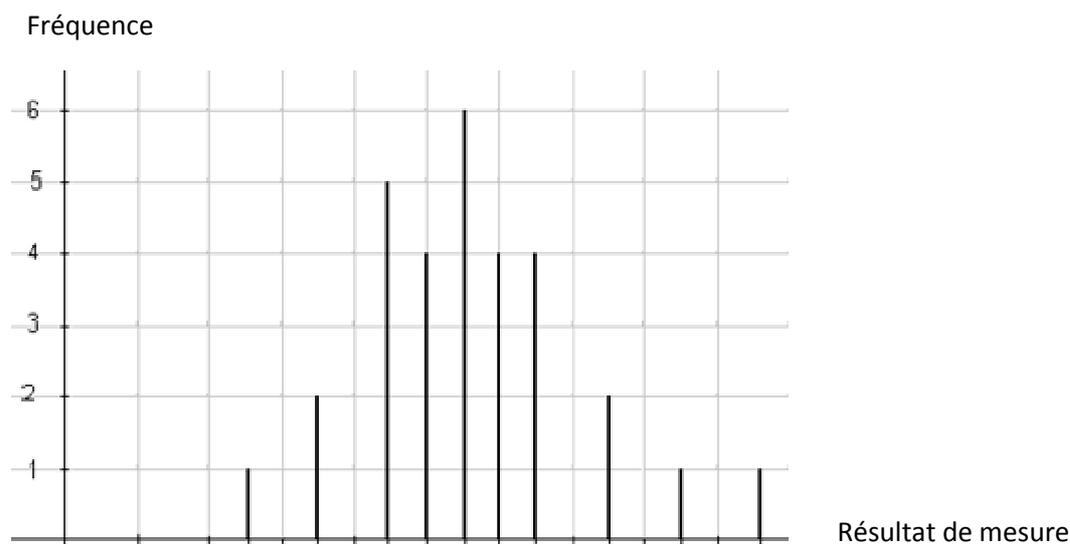


Diagramme en bâton

L'intérêt de ce diagramme par rapport au tableau réside dans le fait que les valeurs de fréquence nulle (les valeurs qui n'ont pas été trouvées) figurent sur l'axe : l'écart entre les différents résultats est donc plus apparent que sur le tableau de valeurs où n'apparaissent que les valeurs trouvées.

Ensuite la réflexion aborde le problème du « bon » résultat. Les élèves proposent souvent plusieurs solutions en argumentant leur choix :

- choisir le résultat le plus souvent trouvé
- choisir une valeur au milieu de l'intervalle (moyenne des extrêmes)
- choisir la moyenne des résultats

Il ne s'agit pas de trancher entre ces solutions mais de sensibiliser les élèves au fait que l'incertitude est inhérente à toute activité de mesurage. On peut dégager l'idée que la valeur la plus fréquemment trouvée est la valeur la plus probable mais qu'on n'en est pas sûr, que les valeurs extrêmes, souvent peu fréquentes, sont peu probables. La discussion doit conduire les élèves à l'idée qu'on peut proposer un intervalle pour afficher un résultat, et à une première réflexion sur l'amplitude de cet intervalle. Si on choisit un grand intervalle (par exemple limité par les deux valeurs extrêmes) on est quasiment sûr d'avoir la bonne valeur mais le résultat n'est pas exploitable ; si au contraire on réduit l'intervalle on n'est pas sûr que la bonne valeur soit dans cet intervalle même si elle a une grande probabilité d'y être mais le résultat est davantage exploitable. Ces discussions seront menées avec des mots simples, l'objectif étant une première sensibilisation à un raisonnement statistique. Cette sensibilisation est essentielle dans un monde où les citoyens sont inondés de données chiffrées et ne disposent pas toujours des connaissances élémentaires nécessaires pour exercer leur esprit critique face à ces données.

Séance 5 (facultative)

Un nouveau problème peut être abordé dans la cinquième séquence si le professeur souhaite approfondir la réflexion sur la mesure : et si nous avions utilisé un vrai pied à coulisse, est-ce que nous aurions tous obtenu le même résultat ?

Les élèves émettent des hypothèses et argumentent. Les réponses des élèves sont un moyen d'évaluer les acquis des séances précédentes. En général apparaît l'idée que les résultats des élèves seront encore différents, mais plus proches les uns des autres qu'avec les pieds à coulisse rudimentaires fabriqués en classe.

Des mesures sont effectuées par chaque élève en utilisant un vrai pied à coulisse et une grosse boîte de conserve métallique par exemple.

Les élèves élaborent comme précédemment un tableau de fréquence et réalisent le diagramme en bâton, ce qui permet de consolider les acquis en terme de représentation et interprétation des données.

L'analyse collective conduit à la conclusion suivante : même avec un instrument précis les résultats sont différents, mais ils sont moins dispersés. On ne peut pas faire de mesure en étant sûr de ne pas faire d'erreur, même avec un instrument « scientifique ». Lorsqu'on effectue une mesure il faut donc la reproduire plusieurs fois et, pour afficher le résultat, on peut indiquer la valeur la plus probable et un encadrement. Plus tard dans la scolarité cet intervalle deviendra un « intervalle de confiance » auquel sera associé un taux de confiance (cf. prévisions météo).

Remarques

1- Ce travail de répétition des mesures ne pourra pas être mené systématiquement lors des investigations pour des raisons de temps, et tous les sujets ne s'y prêtent pas. On pourra cependant dans plusieurs situations pointer la dispersion des résultats de mesure des différents groupes par exemple, essayer de repérer les causes des dispersion possibles, et accepter dans certains cas de donner des résultats sous forme d'intervalle (nous avons trouvé que l'eau se solidifie entre -2 et $+2^{\circ}$ par exemple) avant de confronter ces résultats avec le savoir de référence.

2 - On pourrait si la situation de départ est exploitée plus avant, en lien avec l'étude d'un milieu, la forêt, exploiter cette situation pour aborder avec les élèves la diversité des êtres vivants et l'impact de l'homme sur son environnement dans une perspective de développement durable.

LE FONCTIONNEMENT DU CORPS HUMAIN ET LA SANTE CYCLE 3

La sexualité et la reproduction de l'humain

Parmi les différents thèmes relatifs au corps humain présents dans le programme de cycle 3, celui de la sexualité et de la reproduction présente des enjeux particuliers. En effet la mise en place de l'éducation à la sexualité à l'école primaire a été l'objet de nombreuses controverses et est régulièrement remise en cause. Récemment, les réactions de rejet ou d'incompréhension suscitées par la mise en ligne de l'ABCD de l'égalité nous ont bien montré la nécessaire explicitation de la place de l'école dans cette éducation qui vient en complément du rôle des familles et permet d'affirmer les valeurs de notre société.

Il est nécessaire de réaffirmer l'importance de commencer cette éducation dès l'école primaire, en cohérence avec l'ensemble de la scolarité de l'élève comme il est précisé dans la circulaire N°2003-027 du 17 février 2003. En effet entre 10 et 11 ans, les élèves en classe de CM2 deviennent adolescents, c'est l'âge où la puberté débute et les transformations de leur corps sont souvent déjà visibles. Il est donc essentiel qu'à cette étape de leur développement, avant qu'ils n'entrent dans leur vie sexuelle, ils puissent avoir des réponses à leurs nombreuses interrogations. Si les familles ont un rôle de premier plan à jouer dans cette éducation, le rôle de l'école est complémentaire et essentiel. L'école apporte des données objectives et des connaissances scientifiques dans un cadre plus large que celui de la famille. Elle permet de susciter les réflexions des enfants et les aide à développer des attitudes responsables dans leur vie individuelle, familiale et sociale ; elle favorise la tolérance, le respect de soi et d'autrui. L'éducation à la sexualité à l'école est une composante essentielle de la construction de la personne et de l'éducation du citoyen. Elle permet de réaffirmer les valeurs communes de l'école : mixité, égalité, tolérance, respect.

Un des freins à la mise en place de cette éducation à la sexualité à l'école est le manque d'outils des enseignants. Ils se trouvent très souvent démunis lorsqu'ils décident d'aborder ce thème, même si généralement ils sont conscients des enjeux de la mise en place cette éducation. Les programmes et/ou les documents qui les accompagnent doivent permettre de favoriser et d'inciter les professeurs à mettre en place des activités permettant d'atteindre ces objectifs.

Séance 1

Cette séance permet d'aborder les différentes dimensions de la sexualité : biologique, socioculturelle et affective à partir de l'examen des différences entre les filles et les garçons.

L'enseignant peut démarrer la séance en abordant l'idée de mixité (et sa définition) ; on s'intéresse dans cette séance au fait d'être une fille ou un garçon.

Dans un premier temps, l'enseignant demande aux élèves de répondre individuellement par écrit à la question : qu'est-ce qui fait qu'une fille est une fille ? (pour les élèves qui sont des filles) et qu'est-ce qui fait qu'un garçon est un garçon ? (pour les élèves qui sont des garçons). Ils doivent proposer 2 ou 3 idées (pour la suite du travail, il est plus simple que les élèves disposent de 2 ou 3 petites feuilles et qu'ils écrivent une idée par feuille).

A cette question les élèves apportent souvent des réponses variées ; certaines sont l'expression de différences biologiques (seins, sexe ...) d'autres portent sur les différences des centres d'intérêts (les jeux ne sont pas les mêmes), des différences vestimentaires, de coiffure, des différences de manifestations affectives (les garçons ça ne pleure pas) ...

octobre 14

Ensuite, en petits groupes (qui peuvent être mixtes ou non, au choix de l'enseignant), les élèves répartissent les réponses en quelques catégories qu'ils explicitent.

Une mise en commun permet de comparer les catégories réalisées.

L'objectif à l'issue de la mise en commun est de faire apparaître les différentes dimensions de la sexualité humaine : ainsi une catégorie de différences filles/garçons est biologique ; une autre catégorie est culturelle et sociale ; enfin une dernière catégorie (souvent la moins représentée) est psychoaffective.

A la fin de cette première séance, l'enseignant annonce aux élèves qu'ils travailleront sur ces catégories lors des séances suivantes.

Séance 2

Dans cette 2ème séance l'objectif est d'aborder les transformations du corps à la puberté, on est donc la dimension biologique de la sexualité.

L'enseignant commence par présenter les réponses que les élèves ont données lors de la séance précédente et qui sont dans la catégorie « biologique » ; elles portent généralement sur la poitrine (des filles), la pilosité, les muscles, la voix (des garçons) et les organes sexuels. Par discussion collective, l'enseignant fait remarquer que ces différences ne sont pas toujours très marquées : cela dépend des élèves, de leur âge en particulier. Le terme de puberté est introduit (souvent déjà connu des élèves).

A partir de photographies d'enfants d'âges différents et d'adolescents (avec des filles et des garçons), ou à partir de schémas (d'enfants et d'adolescents), l'enseignant demande aux élèves de chercher les différences entre enfants et jeunes filles ou jeunes hommes. En plus des caractères extérieurement visibles, il sera nécessaire d'aborder les modifications physiologiques comme les règles ; la polysémie du mot « règle » pourra à cette occasion être soulignée par l'enseignant.

La présentation de schémas très simples des appareils génitaux de l'homme et de la femme permet à la fois de décrire les organes et leur emplacement, de mettre des mots scientifiques sur des organes souvent mal nommés par les élèves et d'expliquer facilement l'écoulement sanguin des règles ; ils pourront être réutilisés lors de la séance sur le développement de l'embryon et du fœtus (place de l'utérus).

Dans cette séance il est nécessaire d'aborder également les transformations psychologiques de la puberté (conflits avec l'autorité par exemple). L'enseignant veille à préciser que ces changements sont progressifs et ne se font pas en même temps ni au même âge pour tous les élèves.

Séance 3

Cette 3ème séance a pour objectif de revenir sur les différences sociales et culturelles entre filles et garçons pour réaffirmer leur caractère contingent. Nous proposons de la placer en 3ème séance mais elle peut aussi se dérouler plus tard dans la progression.

Dans un 1er temps, l'enseignant présente les propositions écrites lors de la première séance et demande aux élèves s'ils sont tous d'accord avec ces propositions. L'accord est facile à obtenir pour les différences biologiques, mais pas pour les autres catégories. Toutes les filles n'aiment pas jouer à la poupée par exemple (ou tous les garçons n'ont pas les cheveux courts).

Une discussion peut alors être engagée pour amener les élèves à bien différencier les caractéristiques des filles et des garçons (ou des hommes et des femmes) qui sont liées à leur genre biologique de celles qui relèvent de codes socioculturels. La mise en évidence de ces normes sociales est facilitée par la présentation d'exemples qui nous sont étrangers : et

octobre 14

l'enseignant va alors présenter aux élèves des documents montrant que certaines des caractéristiques qu'ils ont attribuées aux filles ou aux garçons n'existent pas dans d'autres pays ou à d'autres époques. Par exemple le vêtement traditionnel des hommes japonais est une jupe longue ; la mode des cheveux longs (et des perruques) a existé pour les hommes au 17ème siècle, ...

Cela amène les élèves à comprendre que les différences non biologiques entre les filles et les garçons sont inscrites dans notre époque et dans notre pays : elles sont socioculturelles. Ce sont des normes ou des codes sociaux, c'est-à-dire des stéréotypes. Ils ont changé dans le temps et ils vont encore évoluer. Par ailleurs tous les élèves ne s'y conforment pas de la même manière ; ils ne doivent pas pour autant être l'objet de préjugés sexistes. Cela peut être abordé à travers quelques exemples choisis par l'enseignant : une fille peut aimer jouer au football, un garçon peut aimer la couleur rose et cela ne doit pas déboucher sur une remise en cause de leur genre. Cette séance est ainsi l'occasion de travailler avec les élèves sur le respect mutuel et la tolérance vis-à-vis des choix personnels.

Séance 4

Après un retour sur les différences filles-garçons, l'enseignant aborde le sujet des relations amoureuses. Dans cette séance l'objectif est d'amener les élèves à comprendre que la sexualité humaine ne se réduit pas à la reproduction de l'espèce. Il est donc indispensable d'aborder les relations affectives avant les explications concernant le rapport sexuel et la fécondation.

L'enseignant travaillera successivement sur « aimer » puis « être amoureux » et enfin « faire l'amour ».

La question « Qu'est-ce qu'aimer ? » posée aux élèves leur permettra de découvrir avec quelques exemples les différents sens du mot « aimer ». L'enseignant demandera ensuite aux élèves d'explicitier l'expression « être amoureux ». Il pourra pour cela s'appuyer sur quelques œuvres d'art (Le baiser de Rodin, L'amour ou Le baiser de Klimt, le couple Roméo et Juliette dans le tableau de Frank Dicksee, ...), la lecture de poèmes, etc.... pour illustrer des manifestations de ce sentiment amoureux.

Il précisera ensuite qu'être amoureux ne conduit pas forcément à « faire l'amour », même pour des adultes et encore moins pour des enfants dont le développement sexuel ne fait que commencer.

Des explications simples mais précises sur le rapport sexuel sont à apporter par l'enseignant tout en respectant bien sûr la pudeur des élèves. Ceux-ci attendent ces explications qui très souvent n'ont pas été données par la famille et risquent sinon d'être trouvées dans des revues à caractère pornographique. A cette étape, l'enseignant peut s'appuyer sur des albums qui présentent souvent de manière humoristique le rapport sexuel, par exemple : Le parcours de Paulo de N. Allan, Comment on fait les bébés ? de B. Colle, Graine de bébé de T. Lenain et S. Bloch.

A l'issue de la séance les élèves auront compris que le rapport sexuel peut conduire à la conception d'un enfant.

Séance 5

Cette séance porte sur le développement embryonnaire et fœtal.

Il est utile de débiter par un recueil de conceptions des élèves sur le développement de l'embryon et du fœtus. La consigne peut être la suivante : « Dessine le bébé dans le ventre de sa maman à 8 jours et à 8 mois ».

La proposition de faire deux dessins, l'un au début et l'autre à la fin de la grossesse permet de

octobre 14

mettre à jour la façon dont les élèves se représentent les étapes de la grossesse. Généralement en effet ils imaginent l'embryon et le fœtus comme un « petit bébé » qui grandit pendant les neuf mois de grossesse, l'idée de l'apparition progressive des membres et organes est donc à construire. Dans leur production les liens nutritionnels mère/fœtus pourront aussi être visibles. A partir de la confrontation des idées présentes sur les productions des élèves, les questions émergent : comment grandit l'enfant dans le ventre de sa mère ? Comment se nourrit-il ? Comment sort-il ? ...

A l'aide de supports documentaires (film, photographies, schémas), l'enseignant pourra construire les étapes de la vie embryonnaire, avec l'apparition des organes, puis fœtale, marquée par la croissance de ces organes. Les étapes du développement de l'embryon et du fœtus peuvent être présentées sur une frise chronologique ; dans ce cas il est intéressant de marquer (sous forme d'un trait par exemple) la taille réelle de l'embryon ou du fœtus pour faire apparaître la très forte croissance du fœtus.

Les explications concernant la nutrition fœtale seront effectuées très simplement en expliquant que le fœtus mange et respire grâce à des échanges entre son sang et le sang de sa mère.

Séance 6

Cette dernière séance permet d'aborder la naissance. L'utilisation d'un film est bien sûr à proscrire mais différents albums (documentaire ou de fiction) abordent l'accouchement.

Il est utile de dédramatiser cette étape qui est souvent très médicalisée ce qui est souvent assimilé à un problème de santé (médecins, hospitalisation ...).

C'est aussi l'occasion d'encourager les élèves à regarder leur carnet de santé et à découvrir les mesures (poids, taille) faites à leur naissance.

Tout au long de la séquence, l'enseignant peut donner aux élèves la possibilité de poser leurs questions de façon anonyme dans une « boîte à questions », et auxquelles il pourra apporter des réponses au fur et à mesure de l'avancement du thème.

LE CORPS DE L'ENFANT ET LA SANTE CYCLE 2

Les mouvements corporels

Cet exemple de séquence sur le mouvement corporel permet d'illustrer une démarche d'investigation reposant sur l'observation du réel et la modélisation d'un fonctionnement biologique. Ce sujet permet en outre de donner des exemples de liens possibles avec l'EPS, les arts visuels et l'ICM, et de montrer la contribution des sciences à l'éducation à la santé. La séquence proposée ci-dessous met l'accent sur le questionnement de l'élève et sur les activités mise en œuvre pour répondre, au moins en partie, à ce questionnement.

La situation de départ peut prendre plusieurs formes mais son rôle est de provoquer le questionnement des élèves qui amène la classe, avec l'aide de l'enseignant, à expliciter un problème plus général, ici ce problème serait de « comprendre comment le corps est construit pour réaliser des mouvements ». La situation de départ pourrait être le visionnement de la course d'un sprinter de 100 mètres, la prestation d'une gymnaste, ou simplement la course des enfants filmée durant une séance d'EPS. Cette phase permet d'entrer dans une démarche d'investigation, l'ensemble des séances qui suivent, vont permettre d'apporter des éléments de réponse au problème ainsi formulé.

Un recueil des conceptions permet aux élèves de confronter leurs explications a priori du fonctionnement biologique, l'enseignant peut tirer de la confrontation de ces conceptions les hypothèses explicatives des élèves qu'il faudra ensuite tester durant la séquence. Ce recueil de conceptions peut être réalisé collectivement, par groupe ou individuellement à l'oral ou par la production d'un écrit (dessin, schéma, phrases). Il est important que la trace de ces conceptions soit conservée pour faire le point en fin de séquence sur les connaissances acquises et les interrogations qui demeurent. Ici, le recueil de conception peut prendre la forme d'une silhouette du torse d'un enfant avec le bras et l'avant-bras à compléter en réponse à la consigne « dessine, comment c'est fait dans mon bras pour que ça bouge ? ». La mise en commun débouche sur une succession d'interrogations, c'est le rôle de l'enseignant d'amener ensuite les élèves à formuler des questions qui seront la base de la recherche.

Le rôle de l'enseignant est ensuite de planifier les séances et les investigations qui vont permettre de répondre aux questions listées et de préparer le matériel nécessaire comme par exemple : patte de grenouille, radiographie de membre, carton, ficelle et attache parisienne...

Séance 1 : Quelles sont les parties de mon corps qui bougent ?

Pour répondre à cette question, une course d'un sprinter ou celle d'un élève enregistrée durant une séance d'EPS peut être visionnée au ralenti. L'enseignant peut utiliser des photographies de sportifs ou de danseurs, voire des photographies des élèves eux-mêmes en train de courir afin de faire identifier par les élèves les endroits du corps qui se plient. L'utilisation d'atèles médicales pour immobiliser des articulations permet de prendre conscience du rôle des articulations dans les mouvements. Il est tout aussi essentiel que l'élève prenne conscience des endroits qui se plient sur son propre corps. La palpation du bras et de l'avant-bras permet de sentir les muscles sous la peau et par endroit les os durs.

Un travail à partir d'une série de photographies à ranger dans l'ordre chronologique permet de décomposer le mouvement. Ce travail peut être mené à partir d'une série de photographies

octobre 14

d'élève prise en mode rafale ou à partir des œuvres photographiques d'Etienne-Jules Marey par exemple.

Séance 2 : Comment sont organisés les os et les muscles dans mon bras et/ou dans ma jambe ?

Le recours à du matériel concret est essentiel pour faire évoluer les conceptions des élèves. Dans cette séance, les radiographies présentées comme des « photographies de l'intérieur du corps » sont un bon exemple. De même, la manipulation et l'observation détaillée de pattes avant de lapin ou de pattes de grenouille peu coûteuses constituent un support de choix.

Cette séance permet de mettre en œuvre une démarche d'observation pour apporter des éléments de réponse à la question de départ.

Une série de radiographies de membres peut permettre un premier travail pour constater l'emboîtement des os au niveau de l'articulation et rendre compte des observations par des croquis.

La dissection de pattes de grenouille permet de constater que les muscles sont fixés aux os par des tendons et qu'au niveau de l'articulation, les os s'emboîtent et sont recouverts d'une substance blanche, le cartilage. Le compte-rendu peut facilement être réalisé à partir de photographies numériques imprimées et annotées par les élèves.

Un bilan comparant les conceptions initiales des élèves avec les observations réalisées permet de se rendre compte des progrès dans la compréhension du fonctionnement du membre.

Un schéma légendé d'un membre peut constituer le bilan de cette séance.

Séance 3 : Comment les muscles agissent pour faire un mouvement ?

Cette séance permet la mise en œuvre d'une démarche de modélisation par les élèves pour comprendre un fonctionnement. L'objectif n'est pas la construction d'un modèle à partir d'un protocole mais bien la construction du modèle fonctionnel.

La construction d'un modèle est possible à partir de matériaux simples : bandes de carton pour le bras et l'avant-bras, des ficelles qui représentent les muscles, des attaches parisiennes pour l'articulation.

La consigne de placer les ficelles (muscles) aux bons endroits pour faire des mouvements de flexion et d'extension oblige les élèves à réfléchir au placement de l'attache des muscles sur les os et à réaliser plusieurs essais car si le placement du biceps est facilement compris, celui du triceps par rapport au point de rotation de l'articulation pose quelques problèmes.

La trace écrite produite dans le cahier de sciences peut passer par des photographies du modèle réalisées en position de flexion et en position d'extension. C'est aussi l'opportunité de travailler la schématisation du modèle en passant du croquis figuratif du modèle à la schématisation des constituants du mouvement.

La comparaison entre ce qui vient d'être découvert et les conceptions initiales des élèves se révèle fructueuse pour faire prendre conscience aux élèves des progrès réalisés dans leur compréhension du processus biologique. De même, une confrontation aux savoirs scientifiques de référence peut permettre de valider les conclusions obtenues.

octobre 14

Séance 4 : Quels sont les accidents qui immobilisent le corps ?

Cette séance permet de réinvestir les connaissances acquises afin de comprendre quelques accidents courants qui immobilisent ou réduit les aptitudes aux mouvements.

Le point de départ peut être la lecture d'un extrait d'un article de journal présentant une blessure d'un sportif. Les élèves peuvent ensuite être lancés dans une recherche documentaire à partir de mots clef listés au préalable avec eux : entorse, élongation, rupture des ligaments, claquage. Un travail de production d'écrit réinvestissant les compétences travaillées en maîtrise de la langue permettra de conserver la trace de la recherche dans le cahier de l'élève. Cette recherche peut être menée à partir d'ouvrages documentaires sélectionnés par l'enseignant. Cette séance peut également être l'occasion de préparer une interview d'un médecin invité dans la classe.