

# Sommaire

## L'EAU DANS NOTRE ENVIRONNEMENT

<b>Chapitre 1</b>	L'eau dans notre environnement .....	21
<b>Chapitre 2</b>	Mélanges homogènes. Mélanges hétérogènes .....	27
<b>Chapitre 3</b>	La dissolution .....	32
<b>Chapitre 4</b>	Volume et masse .....	37
<b>Chapitre 5</b>	Les changements d'état .....	44
<b>Chapitre 6</b>	Notion de corps pur .....	50

## ÉLECTRICITÉ

<b>Chapitre 7</b>	Le circuit électrique .....	56
<b>Chapitre 8</b>	Le courant électrique .....	63
<b>Chapitre 9</b>	Montages en série. Montages avec dérivations .....	71

## LUMIÈRE

<b>Chapitre 10</b>	Vision et lumière .....	80
<b>Chapitre 11</b>	Propagation rectiligne de la lumière .....	86
<b>Chapitre 12</b>	Le système Soleil – Terre – Lune .....	95

## INTRODUCTION GÉNÉRALE POUR LE COLLÈGE

### A. Idées directrices

En fonction de l'argumentation développée ci-dessous, le programme se fonde sur les objectifs suivants :

- centrer l'enseignement sur des connaissances et des compétences essentielles ;
- mettre l'accent sur l'unité profonde des phénomènes physicochimiques qui structurent le monde naturel et qui permettent notamment une vision rationnelle, cohérente et globale de l'environnement ;
- renforcer la corrélation de l'enseignement de physique-chimie avec celui des autres disciplines scientifiques, en montrant à la fois sa spécificité et son apport aux autres disciplines, en faisant des références explicites aux programmes de ces autres disciplines et aux thèmes de convergence.

Les programmes de l'école primaire comportent au cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2) une partie *Découvrir le monde* et au cycle des approfondissements (cycle 3) une partie *Sciences et technologie*. Ces dernières définissent les premiers éléments d'un enseignement scientifique sous forme de thèmes, sans que soit spécifié ce qui revient à tel ou tel champ disciplinaire.

Ce n'est qu'au cycle central du collège que la physique-chimie apparaît en tant que discipline à part entière. Elle doit rester à ce stade fortement corrélée aux autres disciplines scientifiques (sciences de la vie et de la Terre, technologie et mathématiques), tout en gardant un lien sensible avec l'histoire-géographie et en contribuant à l'éducation du citoyen, en particulier dans sa relation avec l'environnement en participant à l'éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD).

La physique-chimie contribue aussi à l'apprentissage de la maîtrise de la langue, à l'écrit comme à l'oral, par la pratique d'activités documentaires, par la rédaction de comptes-rendus, par l'analyse d'énoncés et la rédaction de solutions d'exercices, par l'entraînement à une argumentation exigeante et rigoureuse tant dans l'emploi du lexique que de la syntaxe. Les activités expérimentales, en amenant les élèves à formuler des hypothèses et à les confronter aux faits, développent la pensée logique.

L'enseignement de physique-chimie a des objectifs qui lui sont propres et qui se déclinent tant au collège qu'au lycée :

1. Cet enseignement entend développer chez l'ensemble des élèves des éléments de culture scientifique indispensables dans le monde contemporain et susciter des vocations scientifiques (techniciens, ingénieurs, chercheurs, enseignants, médecins...) : il doit pour cela être motivant et ancré sur l'environnement quotidien et les techniques contemporaines.
2. Au travers de la démarche expérimentale, il doit former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique et à l'honnêteté intellectuelle. Avec des sujets attractifs et des expériences passionnantes, il doit susciter la curiosité ; il convient de souligner que la démarche elle-même est un facteur de motivation.
3. L'enseignement de physique-chimie doit former au raisonnement, tant quantitatif que qualitatif. L'étude de la matière et de ses

transformations est par excellence le domaine du raisonnement qualitatif où il s'agit en général moins de savoir utiliser des outils mathématiques que de déceler, sous le phénomène complexe, les facteurs prédominants. Le qualitatif n'est pas la solution de facilité : il est beaucoup plus aisé d'effectuer un calcul juste que de tenir un raisonnement pertinent.

4. Il doit être ouvert sur les techniques qui, pour la plupart, ont leur fondement dans la physique et la chimie.

5. Au même titre que les autres disciplines scientifiques, la physique et la chimie interviennent dans les choix politiques, sociaux, voire d'éthique. L'enseignement de physique-chimie doit contribuer à la construction d'un « mode d'emploi de la science et de la technique » afin que les élèves soient préparés à ces choix.

6. L'enseignement doit faire ressortir que la physique et la chimie sont des éléments de culture essentiels en montrant que le monde est intelligible. L'extraordinaire richesse et la complexité de la nature et de la technique peuvent être décrites par un petit nombre de lois universelles constituant une représentation cohérente de l'univers. Dans cet esprit, il doit faire appel à la dimension historique de l'évolution des idées. Il doit également faire une place aux sciences de l'univers.

7. Il doit montrer que cette représentation cohérente est enracinée dans l'expérience : les activités expérimentales ont une place essentielle, spécifique dans ces disciplines.

8. L'enseignement s'ouvre largement sur les applications. Il faut que les élèves sachent que grâce aux recherches et aux connaissances fondamentales, des applications techniques essentielles ont vu le jour et que, réciproquement, les applications peuvent motiver la recherche.

9. Il doit former le citoyen-consommateur au bon usage des objets techniques ainsi qu'à celui des produits chimiques qu'il sera amené à utiliser dans la vie quotidienne. Cette éducation débouche naturellement sur l'apprentissage de la sécurité, sur la sauvegarde de la santé, sur le respect de l'environnement. Pour que le citoyen-consommateur puisse comprendre et intervenir ultérieurement dans les choix de société, des notions, certes modestes, sur l'énergie, l'histoire des sciences, les statistiques seront intégrées dans l'enseignement.

Les présentations de ces thèmes sont annexées à ce programme (cf. Thèmes de convergence) et des références précises mentionnées dans ce même programme y renvoient.

10. Ancré dans l'environnement quotidien, l'enseignement devra utiliser au mieux les outils de communication, moyens d'expression contemporains. L'enseignement de la physique-chimie privilégie l'observation, l'expérimentation directe et la mesure. L'emploi de l'ordinateur est complémentaire avec ces pratiques. L'ordinateur est un outil privilégié pour la saisie et le traitement des données ainsi que pour la simulation. Son utilisation est intégrée à la pédagogie. En leur qualité de « sciences fondamentales des phénomènes naturels », la physique et la chimie mettent aussi à la disposition des SVT et de la technologie les notions qui leur sont nécessaires.

Les lois qui constituent le noyau de leur domaine d'étude s'appliquent en effet aussi bien à la nature proprement dite, vivante ou non, qu'aux objets produits par l'homme.

L'enseignement de physique-chimie (considéré ici d'un point de vue d'ensemble, la distinction entre les deux champs n'ayant rien de fondamental au niveau du collège) doit ainsi mettre à la disposition d'autres disciplines les premières notions sur la matière, ses états et ses transformations, la lumière, l'électricité, l'énergie. Dans le cadre d'un aller et retour continu entre les champs disciplinaires, il convient que ces notions physicochimiques, confrontées à l'observation, soient aussi étayées par des exemples tirés des domaines d'autres disciplines, sans négliger l'interaction constante avec la maîtrise de la langue.

La description du monde présentée au collège, en devenant plus quantitative, constitue un champ privilégié d'interdisciplinarité avec les mathématiques.

Cette interaction est manifeste pour tout ce qui concerne la *mesure* : les unités de mesure ont été mentionnées dans les programmes de l'école élémentaire. En s'appuyant sur la pratique de la mesure, l'enseignement de physique-chimie au collège développe ce champ de connaissances (y compris les incertitudes et les ordres de grandeurs), essentiel tant à l'expression des autres sciences qu'à la formation du citoyen.

De même cette interaction est-elle tout aussi manifeste en ce qui concerne la manipulation des *nombres*, qui sont le résultat de la mesure : la physique-chimie vient alors illustrer, en les éclairant par la notion d'ordre de grandeur, des concepts tels que les puissances de dix par exemple.

Le programme de physique-chimie se situe dans le prolongement de rubriques du programme du cycle 3 de l'école élémentaire. Il convient d'en aborder les parties concernées par une « séance introductive » au cours de laquelle, à partir d'un questionnement judicieux des élèves, le professeur prend la mesure des acquis effectifs de l'enseignement de l'école primaire dans le domaine considéré. Ceci lui permet d'adapter en conséquence la suite de son enseignement et le cas échéant de gagner du temps en évitant des redites et en veillant à ne pas lasser les élèves par la répétition de considérations élémentaires déjà assimilées.

Les contenus disciplinaires sont accompagnés de durées conseillées. Toutefois, en fonction des acquis préalables des élèves, les durées proposées pour chacune des parties de programme sont modulables.

*La mise en œuvre des activités préconisées par le programme de physique-chimie conduit à recommander la constitution, chaque fois qu'il est possible, de groupes à effectif réduit (par exemple en formant 3 groupes à partir de 2 divisions, tout en respectant l'horaire élève).*

Afin de faciliter la lecture du programme, une présentation en trois colonnes est proposée, ce qui donne de gauche à droite :

- la colonne intitulée **contenus-notions** qui recense les champs de connaissances de physique-chimie concernés. Y sont, de plus, mentionnés en italique les interactions avec les autres disciplines et les éléments qui font intervenir l'éducation du citoyen et la prise en compte de l'environnement, ainsi que les « fiches connaissance » de l'école primaire.
- la colonne intitulée **compétences** qui explicite les éléments disciplinaires du socle minimal et définit un lien direct avec les notions à évaluer.
- la colonne **exemples d'activités** qui présente une liste non obligatoire et non exhaustive d'exemples qui peuvent être exploités sous forme d'expériences de cours, d'activités expérimentales ou en travaux de documentation. Les questions qui figurent dans cette colonne peuvent servir de fil conducteur dans une démarche d'investigation.

*La présentation retenue n'implique pas une progression obligatoire. Toute liberté est laissée à l'enseignant pour organiser son cours dans l'ordre où il le souhaite. L'essentiel est que le professeur ait une progression logique et que tout le programme soit étudié.*

## B. Compétences transversales

Les compétences constituant le socle minimal ne se résument pas à celles qui sont répertoriées dans la deuxième colonne des tableaux des programmes et qui sont associées à des contenus et à des notions identifiés.

À l'issue du collège, l'élève doit en effet également être capable de :

- construire un graphique en coordonnées cartésiennes à partir d'une série de données, les échelles étant éventuellement précisées par le professeur ;
- interpoler une valeur ;
- faire le schéma d'une expérience ou d'un montage déjà réalisé ;
- réaliser une expérience décrite par un schéma ou un protocole ;
- faire un schéma utilisant les symboles normalisés ;
- lire un texte simple contenant des données en liaison avec le programme et en extraire des informations pertinentes ;
- utiliser la conjonction « donc » de façon pertinente dans des argumentations ;
- utiliser le conditionnel (si... alors) ;
- une expérience ayant été réalisée, imaginer ou reprendre une argumentation logique permettant de parvenir des faits à une conclusion ;
- en réponse à une situation-problème (le problème scientifique formulé étant très simple), proposer un protocole expérimental à partir d'une liste de matériel éventuellement en excès permettant de répondre à la question.

A ces compétences, il convient d'ajouter celles relevant spécifiquement du brevet informatique et Internet [B2i].

## C. Autonomie, responsabilité et créativité

Dès la classe de cinquième, et *a fortiori*, celle de quatrième et de troisième, l'enseignement de physique-chimie doit permettre d'aider les élèves à acquérir une certaine autonomie articulée autour de deux axes : la responsabilité et la créativité dans le domaine des sciences, entendu au sens large.

Il est important que les premières séances de l'année soient consacrées, au travers des activités proposées, à la prise de conscience par les élèves de l'importance de ces objectifs qui demeureront prioritaires toute l'année.

Ainsi on pourra, par exemple, proposer des activités expérimentales où le respect d'un protocole est essentiel, chacun opérant à son tour au sein d'un groupe restreint avec éventuellement une auto-évaluation, individuelle ou d'équipe. D'autres séances mettront l'accent sur les capacités à imaginer des expériences en fonction d'un objectif et à s'organiser pour les mener à bien.

Il s'agit de valoriser l'esprit d'initiative, mais aussi l'écoute et le respect des autres au sein d'une équipe.

## D. Le travail des élèves et l'évaluation

En dehors des travaux réalisés en classe, il importe que les élèves fournissent un travail personnel en étude ou à la maison. Il est en effet indispensable que les élèves apprennent à fournir un travail autonome régulier qui complète les activités menées avec le professeur et qui leur permette d'asseoir les connaissances de base tout en suscitant recherche et curiosité.

Outre l'apprentissage des leçons (phrases-clés, schémas annotés, résumés explicites) associé à la maîtrise de la langue, ce travail personnel peut prendre des formes diverses :

- résolution d'exercices d'entraînement de différentes natures (savoir-faire théoriques, exercices à entrée expérimentale, activité ayant pour support un texte documentaire, scientifique...);
- travaux de rédaction consécutifs à des recherches personnelles (au CDI, sur le Web...);
- analyse et/ou établissement de protocoles expérimentaux ;
- interprétation d'expériences.

Il convient de veiller à un équilibre judicieux entre ces activités.

L'évaluation, quant à elle, doit porter de manière équilibrée non seulement sur les compétences et les savoir-faire théoriques mais aussi, de façon importante sur les activités expérimentales.

Elle prend des formes variées : restitution du cours, exercices à résoudre, schémas à tracer ou à exploiter, expériences pour tenir compte de la diversité des compétences à maîtriser et de la diversité des élèves.

Il y a lieu de distinguer :

- l'évaluation formative qui jalonne les apprentissages et permet une diversification des aides apportées à l'élève en valorisant les efforts et en s'efforçant d'assurer un suivi personnalisé ;
- l'évaluation sommative qui permet de dresser un bilan des acquisitions et des progrès de l'élève, sans négliger d'apporter à chacun des conseils personnalisés.

Il est recommandé de consacrer environ 10% du temps de travail à cette évaluation sommative.

Cette évaluation doit s'appuyer sur la colonne des « compétences exigibles » des programmes, que ces compétences soient « théoriques » ou « expérimentales ». Les activités expérimentales étant le fondement même de la physique et de la chimie, le professeur doit veiller à évaluer en particulier les compétences qui s'y rattachent et qui sont signalées en tant que telles dans la colonne centrale des tableaux des programmes, et traduire cette évaluation de manière significative dans l'appréciation (chiffrée ou non) portée sur l'élève. Cette évaluation s'effectue à travers des comptes rendus d'expériences et, à l'aide de quelques indicateurs, en observant les élèves en train de manipuler.

Une banque d'outils disciplinaires d'aide à une évaluation transdisciplinaire des compétences a été mise en place par la Direction de la Programmation et du Développement reprenant de manière transversale cinq compétences de base : réaliser, raisonner et argumenter, communiquer, mobiliser des connaissances et préparer à la citoyenneté. Cette banque permet d'ajuster l'action pédagogique en portant un regard croisé sur l'élève et favorise le dialogue « parents, professeurs, élèves » en particulier pour la phase cruciale de l'orientation.

## INTRODUCTION POUR LA CLASSE DE 5<sup>e</sup>

Le programme de cinquième est orienté vers l'expérimentation réalisée par les élèves dans le cadre d'une démarche d'investigation chaque fois que possible (cf. *Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques § III Les méthodes*).

La rubrique du programme, intitulée **A. L'eau dans notre environnement** propose un ensemble de connaissances essentiellement fondées sur l'observation et l'expérimentation ; elle repousse en classe de quatrième la formalisation relative à la molécule : il apparaît en effet nécessaire que l'élève ait déjà étudié l'air et puisse ainsi disposer d'au moins deux exemples pour asseoir ce concept. La notion de pH a également été repoussée en classe ultérieure car elle n'apporte rien à la connaissance des états de la matière, entrée principale du programme.

La partie **B. Le circuit électrique** se fonde elle aussi sur l'observation et la réalisation pratique sans mesures. Le nombre de composants à mettre en œuvre a été limité afin d'éviter des dispersions préjudiciables à la compréhension des phénomènes. L'évocation de la sécurité (court-circuit, électrisation, électrocution) reste naturellement au programme.

La partie **C. La lumière : sources et propagation rectiligne** fait un lien le plus rapidement possible avec ce qui a été étudié à l'école primaire. Limitée aux sources de lumière, aux ombres et à la propagation rectiligne elle permet d'illustrer quelques éléments de géométrie plane tout en se prêtant à des manipulations démonstratives. L'approche du système Soleil-Terre-Lune, qui est toujours source d'émerveillement et de curiosité, n'est pas oubliée.

Les parties A, B et C du programme de la classe de cinquième se situent chacune dans le prolongement de rubriques du programme du cycle 3 de l'école élémentaire dont certaines sont facultatives ou demandent un approfondissement. Il convient d'aborder chacune de ces parties par une séance introductive au cours de laquelle, à partir d'un questionnement judicieux des élèves<sup>1</sup>, le professeur a le souci de laisser émerger leurs représentations préalables afin de prendre la mesure de leurs acquis, en référence à l'enseignement de l'école

primaire dans le domaine considéré. Ceci lui permet d'adapter en conséquence la suite de son enseignement et le cas échéant de gagner du temps en évitant des redites et en veillant à ne pas laisser les élèves par la répétition de considérations élémentaires déjà assimilées. Cette remarque est particulièrement importante en ce qui concerne les débuts de la partie **B. Le circuit électrique**.

Les activités pouvant mettre en jeu les technologies de l'information et de la communication sont repérées par le symbole \*. La mention [B2i] signale les activités permettant de développer les compétences attendues au niveau 2 du brevet informatique et Internet.

De façon à prendre en compte de façon optimale les acquis de l'enseignement primaire, on peut utiliser avec profit les outils d'évaluation de la *banque d'outils d'aide à l'évaluation diagnostique* et de la *banque d'outils disciplinaires d'aide à une évaluation de compétences transdisciplinaires au collège* mises à disposition par la direction de l'évaluation et de la prospective. Les durées conseillées proposées pour chacune des parties doivent être adaptées en fonction des acquis constatés.

Des ouvertures en direction de l'histoire des sciences sont mentionnées pour contribuer à éveiller la curiosité des élèves.

*La présentation retenue n'implique pas une progression obligatoire. Toute liberté est laissée à l'enseignant pour organiser ses activités dans l'ordre où il le souhaite. L'essentiel est que le professeur ait une progression cohérente et que tout le programme soit étudié.*

Certaines parties du programme peuvent être introduites et développées de façon coordonnée par des professeurs de disciplines différentes en s'appuyant sur les thèmes de convergence qui abordent d'importants sujets de société (cf. Thèmes de convergence).

<sup>1</sup> La partie B peut, par exemple, être introduite en soumettant à la classe la question « connaissez-vous des situations où l'on voit briller à la fois plusieurs lampes ? » puis, en un second temps, en demandant aux élèves de schématiser puis de réaliser l'alimentation de deux lampes à partir d'une pile.

## A. L'eau dans notre environnement. Mélanges et corps purs

Durée conseillée : 15 semaines.

La finalité de cette partie de programme est d'aborder les notions de mélanges et de corps purs. Elle s'appuie sur l'étude de l'eau, essentielle à la vie et omniprésente dans notre environnement. Le traitement des eaux destinées à être potables et l'épuration des eaux usées sont des enjeux majeurs pour l'humanité.

Cette partie, s'appuyant sur les acquis de l'école élémentaire, conforte et enrichit le vocabulaire (mélanges homogènes et hétérogènes....), développe les savoir-faire expérimentaux (manipulation d'une verrerie spécifique), nécessite l'utilisation de représentations graphiques, introduit de nouvelles notions (notamment tests de reconnaissance de l'eau et du dioxyde de carbone, gaz dissous, distinction mélanges homogènes et corps purs, distillation, conservation de la masse lors des changements d'état, l'eau solvant).

L'approche de la chimie par l'étude de l'eau permet, à partir d'une substance qu'utilisent couramment les élèves, de faire appréhender la difficulté d'obtention d'un corps pur.

Le professeur choisit le thème des boissons ou celui de l'eau dans l'environnement.

Le matériel de verrerie est évoqué au fur et à mesure de son utilisation.

Cette partie de programme se prête à de nombreuses ouvertures vers des activités de documentation et contribue à la maîtrise de la langue. L'introduction de la molécule comme entité chimique est reportée en classe de quatrième où elle peut s'appuyer sur deux exemples (l'eau et l'air). Ceci n'exclut pas que le professeur, s'il le juge pertinent, utilise dès la classe de cinquième, le concept de molécule pour éclairer le concept de corps pur.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
<p><b>L'EAU DANS NOTRE ENVIRONNEMENT</b></p> <p>Omniprésence de l'eau dans notre environnement.  <i>[Thème : Météorologie et climatologie]</i>  <i>[Histoire des Sciences : la météorologie et la climatologie]</i>  <i>[Technologie : environnement, énergie, 4e]</i>  <i>[Technologie : architecture et habita, 5e]</i></p> <p>L'eau, un constituant des boissons et des organismes vivants.  <i>[SVT : besoins en eau des êtres vivants, 6e]</i></p> <p>Test de reconnaissance de l'eau  <i>[Géographie : les déserts secs ou froids]</i>  <i>[Thème : Sécurité (pour les expériences avec le sulfate de cuivre anhydre, port des lunettes obligatoire et utilisation de faibles quantités)]</i></p>	<p>Extraire des informations d'un document scientifique.</p> <p>Retenir que l'eau est un constituant des boissons.</p> <p>Décrire le test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre.</p> <p>Réinvestir la connaissance du test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre pour distinguer des milieux qui contiennent de l'eau de ceux qui n'en contiennent pas.</p> <p><i>Compétence expérimentale : réaliser le test de reconnaissance de l'eau.</i></p>	<p><b>Quel rôle l'eau joue-t-elle dans notre environnement et dans notre alimentation ?</b></p> <p>*Recherche documentaire : omniprésence de l'eau dans notre environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cycle de l'eau ;</li> <li>- comparaison de la teneur en eau des aliments.</li> </ul> <p><i>[B2i]</i></p> <p>Réalisation du test de reconnaissance de l'eau avec le sulfate de cuivre anhydre.</p> <p>Reconnaissance expérimentale de la présence d'eau ou non dans des boissons, des liquides alimentaires (huile, lait...) et des liquides non alimentaires (White spirit, liquide vaisselle...) à l'aide du sulfate de cuivre anhydre.</p>
<p><b>MÉLANGES AQUEUX</b></p> <p><i>[École primaire : fiche 2, mélanges et solutions, cycles 2 et 3]</i></p> <p>Mélanges homogènes et hétérogènes.</p> <p>Séparation de quelques constituants de mélanges aqueux.  <i>[SVT : sédimentation]</i></p> <p>Exemples de constituants de boissons hétérogènes.  <i>[SVT : action de l'eau sur les roches]</i></p> <p>Existence des gaz dissous dans l'eau.  <i>[SVT : rôle biologique des gaz dissous]</i></p> <p>Le test de reconnaissance du dioxyde de carbone à l'eau de chaux.  <i>[Histoire des Sciences : la découverte du « gaz carbonique »]</i>  <i>[Thème : Environnement et développement durable (Citoyenneté : étude de documents sur le traitement des eaux destinées à être potables et l'épuration des eaux usées)]</i></p>	<p>Faire la distinction à l'œil nu entre un mélange homogène et un mélange hétérogène.</p> <p>Décrire et schématiser une décantation et une filtration.</p> <p><i>Compétences expérimentales :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- réaliser une décantation et une filtration.</li> <li>- récupérer un gaz par déplacement d'eau.</li> <li>- reconnaître le dioxyde de carbone par le test à l'eau de chaux.</li> <li>- reconnaître le dioxyde de carbone par le test à l'eau de chaux.</li> </ul>	<p><b>Comment obtenir de l'eau limpide ?</b></p> <p>Observation d'une boisson d'apparence homogène (sirop de menthe, café...), d'une boisson hétérogène (jus d'orange...) ou de tout autre mélange aqueux.</p> <p>Proposition d'expériences destinées à obtenir une solution aqueuse limpide à partir d'un mélange aqueux hétérogène.</p> <p>Réalisation d'une décantation ou d'une centrifugation, d'une filtration de boisson (jus d'orange...) ou de tout autre mélange aqueux (eau boueuse, lait de chaux...).</p> <p>Réalisation du dégazage d'une eau pétillante.</p> <p>Recueil du dioxyde de carbone présent dans une boisson et le reconnaître par le test de l'eau de chaux.</p> <p>*Recherche documentaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pourquoi les poissons meurent-ils lorsque l'eau se réchauffe ?</li> <li>- traitement de l'eau.</li> </ul> <p><i>[B2i]</i></p> <p>Visite d'une station d'épuration.</p>

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
<p><b>MÉLANGES HOMOGENES ET CORPS PURS</b></p> <p>Les eaux, mélanges homogènes.</p> <p>Présence dans une eau minérale de substances autres que l'eau.</p> <p>[SVT : besoins nutritifs des végétaux chlorophylliens, 6e]</p> <p>[Thème : Environnement et développement durable (Citoyenneté : l'emploi des colorants est réglementé)]</p> <p>[Thème : Santé (Nutrition et santé : sucres)]</p> <p>[Thème : Sécurité (Techniques de chauffage)]</p> <p>Obtention d'eau (presque) pure par distillation.</p>	<p>Illustrer par des exemples le fait que l'apparence homogène d'une substance ne suffit pas pour savoir si un corps est pur ou non.</p> <p>Interpréter des résultats expérimentaux en faisant appel à la notion de mélange (présence de différentes couleurs sur un chromatogramme, existence de résidus solides...).</p> <p>Décrire une distillation, une chromatographie.</p> <p>Compétences expérimentales : réaliser une chromatographie.</p>	<p><b>Un liquide d'aspect homogène est-il pur ?</b></p> <p><b>Une eau limpide est-elle une eau pure ?</b></p> <p>Chromatographie de colorants alimentaires dans une boisson, un sirop homogène ou une encre.</p> <p>Lecture d'étiquettes de boissons et de fiches d'analyse d'eau.</p> <p>Obtention d'un résidu solide par évaporation d'une eau minérale.</p> <p>Distillation d'une eau minérale fortement minéralisée ou d'eau salée. Évaporation du distillat.</p> <p>*Recherche documentaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pureté et potabilité d'une eau ;</li> <li>- dessalement de l'eau de mer ;</li> <li>- traitement des eaux calcaires.</li> </ul> <p>[B2i]</p>
<p><b>LES CHANGEMENTS D'ÉTATS DE L'EAU, APPROCHE PHÉNOMÉNOLOGIQUE</b></p> <p>[École primaire : fiche 1, états de la matière et changements d'état, cycles 2 et 3]</p> <p>Première approche des états de la matière.</p> <p>[Technologie : matériaux (tous niveaux)]</p> <p>[Géographie : L'eau sur la Terre]</p> <p>[Thème : Météorologie et climatologie (Le cycle de l'eau)]</p> <p>Propriétés spécifiques de chaque état physique.</p> <p>Les changements d'états sont inversibles.</p> <p>Cycle de l'eau.</p> <p>[SVT : définition du magma, 4e]</p> <p>Mesure de masses, unité, le kilogramme (kg).</p> <p>Mesure de volumes, unité, le mètre cube (m<sup>3</sup>).</p> <p>[Histoire : révolution française et système métrique]</p> <p>[Histoire des sciences : le système métrique, exigence de cohérence et d'harmonisation]</p> <p>[Mathématiques : mesure de volumes]</p> <p>[Technologie : mesures et contrôles, tous niveaux ; architecture et habitat (plan, échelle, volume, tolérance de mesure), 5e]</p> <p>[Technologie : design et produit (échelle de représentation), 4e ; fonctions d'usage et fonctions technique, 6e]</p> <p>[Thème : pensée statistique]</p>	<p>Citer les trois états physiques de l'eau (solide, liquide, vapeur) et les illustrer par des exemples (buée, givre, brouillard, nuages...).</p> <p>Identifier et décrire un état physique à partir de ses propriétés.</p> <p>Respecter sur un schéma les propriétés liées aux états de la matière (horizontalité de la surface d'un liquide...).</p> <p>Utiliser le vocabulaire : solidification, fusion, liquéfaction, vaporisation.</p> <p>Compétences expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mesurer des volumes avec une éprouvette graduée ;</li> <li>- mesurer une masse avec une balance électronique.</li> </ul> <p>Retenir que 1 L = 1 dm<sup>3</sup> et que de même 1 mL = 1 cm<sup>3</sup>.</p> <p>Retenir que la masse de 1 L d'eau est voisine de 1 kg dans les conditions usuelles de notre environnement.</p>	<p><b>Que se passe-t-il quand on chauffe ou refroidit de l'eau (sous pression normale) ?</b></p> <p>*Recherche et études documentaires relatives à la météorologie et à la climatologie (formation des nuages, humidité de l'air...).</p> <p>Mise en évidence expérimentale de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la forme propre de l'eau solide (glace) ;</li> <li>- l'absence de forme propre de l'eau liquide comme de tous les autres liquides ;</li> <li>- l'horizontalité de la surface libre de l'eau comme de tout liquide au repos ;</li> <li>- la compressibilité et l'expansibilité de la vapeur d'eau qui, comme tout gaz et notamment l'air, occupe tout le volume qui lui est offert.</li> </ul> <p>Réalisation, observation et schématisation d'expériences de changements d'états.</p> <p>Retour sur le cycle de l'eau : changement d'état.</p> <p>*Recherche documentaire : est-ce un hasard si un litre d'eau pure a pour masse un kilogramme ?</p> <p>[B2i]</p> <p>Recherche documentaire : en quoi, le système métrique représente-t-il un progrès ?</p> <p>Travail sur les unités de volume par des opérations de transvasement d'eau.</p>

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
<p>Distinction entre masse et volume.</p> <p>Conservation de la masse lors des changements d'état et non conservation du volume.  <i>[Mathématiques : grandeurs et mesures, proportionnalité]</i></p> <p>Repérage d'une température, unité : le degré Celsius (°C).</p> <p>Existence d'un palier de température lors d'un changement d'état pour un corps pur.  <i>[Mathématiques : représentation graphique de données]</i>  <i>[Thème : Sécurité (Techniques de chauffage)]</i>  <i>[SVT : refroidissement du magma par étapes, 4e]</i>  <i>[Thème : Sécurité (pour tout ce qui concerne les ébullitions et la manipulation du cyclohexane)]</i></p>	<p>Utiliser correctement les notions de masse et de volume sans les confondre, utiliser les unités correspondantes.</p> <p>Prévoir ou interpréter des expériences en utilisant le fait que le changement d'état d'un corps pur sous pression constante se fait sans variation de la masse mais avec variation de volume.</p> <p>Retenir le nom et le symbole de l'unité usuelle de température.</p> <p><i>Compétences expérimentales :</i>  - utiliser un thermomètre.  - tracer et exploiter le graphique obtenu lors de l'étude du changement d'état d'un corps pur.</p> <p>Prévoir ou interpréter des expériences en utilisant le fait que le changement d'état d'un corps pur se fait à température constante sous pression constante.</p> <p>Connaître les températures de changement d'état de l'eau sous pression normale.</p> <p>Retenir que la température d'ébullition de l'eau dépend de la pression.</p>	<p>Mise en oeuvre d'expériences montrant la proportionnalité entre une masse et le volume correspondant d'eau liquide pour amener le fait qu'un litre d'eau liquide a une masse voisine de 1 kg (tableau et/ou graphique et/ou *tableur).</p> <p>Mise en évidence de la dispersion des mesures.</p> <p>Activité expérimentale : comment savoir si un liquide incolore est ou non de l'eau ?</p> <p>Fusion de la glace accompagnée d'une pesée avant et après la fusion.</p> <p>Exercice « expérimental » : la fusion des icebergs ferait-elle monter le niveau des océans ?</p> <p>*Recherche documentaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un effet de l'augmentation du volume de l'eau qui gèle : rupture des canalisations d'eau, barrières de dégel...</li> <li>- le méthane : intérêt de liquéfier le méthane.</li> </ul> <p><i>[B2i]</i></p> <p>Utilisation d'un thermomètre (ou d'un *capteur de température).</p> <p>Congélation de l'eau et suivi de l'évolution de la température (*éventuellement avec l'ordinateur).  <i>[B2i]</i></p> <p>Chauffage d'eau liquide obtenue par distillation et *suivi de l'évolution de la température de l'eau, réalisation de l'ébullition.</p> <p>Comparaison avec la même expérience faite avec de l'eau très salée.</p> <p>Étude du changement d'état d'un corps pur autre que l'eau (*la solidification du cyclohexane par exemple).  <i>[B2i]</i></p> <p>Réalisation de l'ébullition sous pression réduite (fiole à vide et trompe à eau ou seringue).</p>
<p><b>L'EAU SOLVANT</b></p> <p>L'eau est un solvant de certains solides et de certains gaz, elle est miscible à certains liquides.</p> <p>Conservation de la masse totale au cours d'une dissolution.  <i>[Thème : Environnement : mécanisme de pollution des eaux ; les marées noires]</i>  <i>[SVT : respiration dans l'eau, 5e, action de l'eau sur les roches]</i></p> <p>Vocabulaire de la dissolution : la notion de solution saturée est limitée à une approche qualitative.</p>	<p><i>Compétences expérimentales :</i>  - réaliser (ou tenter de réaliser) la dissolution d'un solide dans un liquide ou le mélange de deux liquides et vérifier la conservation de la masse totale au cours de ces expériences ;  - utiliser une ampoule à décanter.</p> <p>Employer le vocabulaire spécifique à la discipline : solution, soluté, solvant, solution saturée, soluble, insoluble, miscibilité et non-miscibilité de deux liquides.</p> <p>Connaître des exemples de mélanges liquides où l'eau est le solvant.</p> <p>Distinguer dissolution et fusion.</p>	<p><b>Peut-on dissoudre n'importe quel solide dans l'eau (sucre, sel, sable...) ?</b>  <sup>4</sup></p> <p><b>Peut-on réaliser un mélange homogène dans l'eau avec n'importe quel liquide (alcool, huile, pétrole...) ?</b></p> <p>Formulation d'hypothèses sur la possibilité de certaines dissolutions ou de certains mélanges puis réalisation des expériences pour les valider ou invalider.</p> <p>Préparation d'une solution de sucre en dissolvant une masse donnée de sucre dans un volume donné d'eau ; réalisation d'une nouvelle pesée après dissolution.</p> <p>Test de la miscibilité pour les liquides : agiter, laisser reposer, observer.</p> <p>Évaporation d'une eau salée ou sucrée pour récupérer le sel ou le sucre.</p> <p>*Exploitation de documents sur les marais salants, sur les saumures.  <i>[B2i]</i></p>

## Commentaires

Les essais de séparation de l'eau, à partir notamment de boissons, conduisent à la question suivante : est-on sûr que le liquide incolore obtenu est de l'eau pure ? Le problème de la distinction entre corps pur et mélange d'une part, entre différents corps purs d'autre part, se trouve ainsi posé.

La difficulté de qualifier un mélange d'homogène ou d'hétérogène en lien avec les expériences de filtration et de décantation est également soulevée. On peut approfondir le concept d'*homogénéité* en mettant en évidence son caractère relatif dans la mesure où l'aspect de la matière dépend de l'échelle d'observation.

Un exemple simple qui a inspiré les philosophes de l'Antiquité est celui d'une plage de sable dont le caractère granulaire n'apparaît qu'à l'observation rapprochée. C'est l'extrapolation de cette idée vers le domaine microscopique qui est à l'origine de l'hypothèse atomique.

La lecture des étiquettes de boissons permet aux élèves de remarquer une très grande variété dans leur composition. Les étiquettes d'eaux minérales, notamment, fournissent des indications sur leur composition ionique. Mais cette lecture ne doit pas conduire à enseigner le concept d'ion qui n'est abordé qu'en classe de troisième. La seule idée à retenir est que les eaux minérales contiennent un grand nombre de substances : l'évaporation de l'eau peut permettre aux élèves de constater l'existence d'un résidu solide.

On fait ressortir qu'il y a conservation de la masse au cours des changements d'état alors que le volume varie. C'est surtout pour la vaporisation que cette variation est importante. En ce qui concerne la fusion, elle est plus faible mais demeure observable.

Réaliser un changement d'état d'un corps pur autre que l'eau permet de dissiper la confusion fréquente et tenace chez les élèves entre les concepts d'eau et de liquide. En ce qui concerne les changements d'état, on se limite aux termes de solidification, fusion, liquéfaction, vaporisation sans s'interdire d'employer, suivant les situations, les termes de sublimation et de condensation à l'état solide. Il convient cependant de signaler aux élèves que le mot condensation qui, dans une acception rigoureuse, caractérise le passage de l'état gazeux à l'état solide, est utilisé dans la vie courante voire dans d'autres disciplines pour le passage de l'état gazeux à l'état liquide.

Il est souhaitable de préciser aux élèves que le brouillard et la buée ne sont pas de la vapeur d'eau qui est un gaz invisible mais de fines gouttelettes liquides. Le professeur peut indiquer que certains nuages contiennent des cristaux de glace.

Concernant la solubilité des gaz, le professeur rappelle simplement ce qui a été vu concernant le dioxyde de carbone dans les eaux « pétillantes » et précise que le dioxygène est également soluble dans l'eau.

L'étude expérimentale de la dissolution et de l'évaporation permet de présenter un premier aspect de la conservation de la matière. Quand on dissout un morceau de sucre dans l'eau, le sucre n'est plus visible mais ne disparaît pas.

Tracer et exploiter un graphique sont des compétences en cours d'acquisition.

Dans le cadre d'un recours à l'informatique pour le tracé des courbes de changement d'état, l'élève peut entrer les données au clavier et les traiter à l'aide d'un tableur-grapheur (compétences attendues dans le B2i). Le professeur garde présent à l'esprit que l'acquisition de données par les capteurs relève plus du lycée que du collège bien que cette acquisition ne soit pas interdite si le niveau de la classe s'y prête.

La grandeur masse volumique et la grandeur concentration massique sont hors programme.

Si le professeur est amené à citer la notion de concentration, il retient qu'elle est hors programme. Les calculs de concentration sont abordés en classe de seconde.

Il convient de ne pas négliger les liens avec les connaissances abordées en géographie (cycle de l'eau), en Sciences de la Vie et de la Terre (rôle biologique de l'eau, vie aquatique, sédimentation) et en mathématiques (proportionnalité).

## B. Les circuits électriques en courant continu. Étude qualitative

Durée conseillée : 8 semaines.

Cette partie présente un grand intérêt par l'importance primordiale de l'électricité dans la vie quotidienne : l'approche expérimentale peut y être particulièrement valorisée. Le programme de cinquième introduit notamment la notion de schémas normalisés, des nouveaux

dipôles, la non influence de l'ordre des dipôles dans un circuit série, la notion qualitative de résistance, le court-circuit, le sens conventionnel du courant.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
<p><b>QU'EST-CE QU'UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE ?</b>  <i>[École primaire : fiche 23, électricité, cycles 2 et 3]</i>            Circuit électrique simple avec une seule lampe ou un moteur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rôle du générateur ;</li> <li>- fils de connexion ;</li> <li>- rôle de l'interrupteur</li> </ul> <p><i>[Technologie : environnement et énergie (matériaux isolants et matériaux conducteur d'énergie électrique et thermique), 4e]</i>  <i>[Thème : Sécurité (danger du secteur)]</i></p> <p>Du dessin au schéma, symboles normalisés.            Notion de boucle.</p> <p>Approche de la notion de court-circuit.  <i>[Thème : Sécurité (Citoyenneté et Sécurité : les dangers du court-circuit)]</i></p>	<p><i>Compétences expérimentales :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mettre en œuvre du matériel (générateur, fils de connexion, interrupteur, lampe ou moteur) pour allumer une lampe ou entraîner un moteur ;</li> <li>- test du comportement d'un circuit dépourvu de générateur.</li> </ul> <p>Connaître le vocabulaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- circuit ouvert ;</li> <li>- circuit fermé.</li> </ul> <p>Prévoir l'absence de courant en l'absence de générateur.</p> <p>Retenir que les expériences ne doivent pas être réalisées avec le courant du secteur pour des raisons de sécurité.</p> <p>Reconnaître et utiliser les symboles normalisés : pile, lampe, moteur, fils de connexion, interrupteur.</p> <p>Représenter le schéma normalisé d'un montage présent sur la paillasse.</p> <p>Repérer une boucle sur un schéma et sur un montage.</p> <p>Exposer les dangers en cas de court-circuit d'un générateur.</p> <p>Repérer sur un schéma la boucle correspondant au générateur en court-circuit</p>	<p>Réalisation d'un circuit simple avec un générateur, des fils de connexion, un interrupteur et une lampe (ou un moteur).</p> <p>Nécessité de la présence du générateur pour que la lampe éclaire ou que le moteur tourne.</p> <p>Tracé du schéma normalisé d'un montage présent sur la paillasse.</p> <p>Repérage sur un schéma de la boucle formée par les éléments d'un circuit fermé pour prévoir son fonctionnement et réalisation expérimentale.</p> <p>Observation de l'échauffement d'une pile dont les bornes sont reliées par un fil de connexion.</p> <p>Observation de l'incandescence de la paille de fer reliant les deux bornes d'une pile.</p>
<p><b>CIRCUIT ÉLECTRIQUE EN BOUCLE SIMPLE</b>            Circuit électrique en boucle simple : on pourra utiliser les dipôles suivants : générateur, interrupteurs, lampes, moteur, DEL, diode, fils de connexion, résistances (conducteurs ohmiques) en se limitant, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles.</p> <p>Influence de l'ordre et du nombre de dipôles autres que le générateur.</p> <p>Conducteurs et isolants.            Cas particuliers de l'interrupteur et de la diode.  <i>[Technologie : environnement et énergie (matériaux isolants et matériaux conducteurs d'énergie électrique et thermique), 4e]</i></p>	<p>Reconnaître et utiliser les symboles normalisés d'une diode, d'une DEL, d'une résistance.</p> <p>Retenir que les dipôles constituant le circuit série ne forment qu'une seule boucle.</p> <p><i>Compétence expérimentale : réaliser à partir de schémas des circuits en série pouvant comporter un générateur, des lampes, des interrupteurs, un moteur, une diode électroluminescente, une diode et des résistances.</i></p> <p>Mettre en évidence la variation ou la non variation de l'éclat d'une lampe témoin en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de sa position dans le circuit ;</li> <li>- du nombre de dipôles autres que le générateur ajoutés dans le circuit.</li> </ul> <p>Passer du schéma normalisé au circuit et inversement.</p> <p>Citer des conducteurs et des isolants usuels.</p> <p>Retenir qu'un interrupteur ouvert se comporte comme un isolant et qu'un interrupteur fermé se comporte comme un conducteur.</p> <p>Retenir que le comportement d'une diode ressemble à celui d'un interrupteur selon son sens de branchement.</p>	<p>Réalisation de circuits en boucle simple pouvant comporter un générateur, des lampes, des interrupteurs, un moteur, une diode, une diode électroluminescente et des résistances (on se limitera, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles).</p> <p>Schématisation et réalisation du montage permettant d'observer la variation ou la non variation de l'éclat d'une lampe témoin en fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de sa position dans le circuit ;</li> <li>- du nombre de dipôles autres que le générateur ajoutés dans le circuit.</li> </ul> <p>Passage du schéma normalisé au circuit et inversement.</p> <p>Introduction, dans un circuit en boucle simple, de différents échantillons conducteurs ou isolants y compris de l'eau, de l'eau « salée », une DEL.</p>

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Caractère conducteur du corps humain (électrisation). [Thème : Sécurité (Citoyenneté : règles de sécurité électrique)]  Sens conventionnel du courant.	Prévoir que le circuit est ouvert lorsqu'une lampe est dévissée.  Identifier la situation d'électrisation et en énoncer les effets.  Citer le sens conventionnel du courant.	Formulation d'une hypothèse et test concernant l'état du circuit lorsqu'on dévisse une lampe dans un circuit en série. Utilisation une maquette simplifiée de situation d'électrisation. *Simulation informatisée de situation d'électrisation. *Étude de documents sur les dangers de l'électrisation. [B2i] Utilisation d'une diode ou d'un moteur pour mettre en évidence l'existence d'un sens du courant ou, pour la diode, imposer une absence de courant.
<b>CIRCUIT ÉLECTRIQUE COMPORTANT DES DÉRIVATIONS</b>  Le circuit électrique avec des dérivations (on se limite, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles).  Retour sur le court-circuit : distinction entre court-circuit d'un générateur et court-circuit d'une lampe. [Thème : Sécurité (Citoyenneté : règles de sécurité électrique) et (Sécurité des personnes et des biens)]	Identifier les différentes boucles contenant le générateur dans des circuits comportant des dérivations.  <i>Compétence expérimentale : identifier et être capable de réaliser des montages en dérivation.</i>  Prévoir que la boucle correspondante est ouverte lorsqu'une lampe est dévissée.  Identifier la situation de court-circuit d'un générateur dans un circuit et en prévoir les conséquences.  Identifier la situation de court-circuit d'un dipôle récepteur et en prévoir les conséquences.	Matérialisation des boucles dans un circuit avec dérivation. Prévisions de fonctionnement. Réalisation et schématisation de circuits simples comportant notamment des lampes et des diodes électroluminescentes en dérivation (on se limite, outre l'interrupteur, à un générateur et à trois dipôles). Prévision et vérification des faits observés lorsqu'on dévisse une lampe dans un circuit comportant des dérivations. Réalisation de situations de court-circuit, notamment identification du cas où le générateur se retrouve en court-circuit en même temps qu'une lampe.

## Commentaires

Pour faciliter la réalisation expérimentale des circuits, on peut s'appuyer sur la visualisation matérialisée de boucles comportant le générateur (la boucle étant un parcours fermé constitué d'éléments conducteurs).

Dans certaines situations, la réalité matérielle d'un circuit n'est pas immédiatement perceptible en raison d'un retour par la masse. Le professeur garde ceci en tête pour répondre le cas échéant à des questions mais ne soulève pas lui-même cette difficulté.

Concernant les dipôles, on indique simplement qu'il s'agit d'appareils possédant deux bornes. Les symboles normalisés sont introduits progressivement en fonction des besoins.

Lors de l'utilisation d'une DEL, il est nécessaire de placer une résistance de protection en série avec la DEL.

On peut faire remarquer que, comme tout dipôle destiné à être branché à un générateur, une lampe porte des indications qui permettent de savoir si son emploi est bien adapté.

Dans le cadre des distinctions entre conducteurs et isolants, on se limite en ce qui concerne la lampe à faire remarquer que lorsque la chaîne conductrice est interrompue au niveau du filament, la lampe est hors d'usage. La même considération permet de comprendre ce qu'est un fusible.

Dès l'utilisation du générateur, le professeur met les élèves en garde contre les risques de court-circuit et revient sur cette notion lors de l'étude des circuits en série et comportant des dérivations.

Dans le cas du court-circuit dû au caractère conducteur du corps humain, le professeur se limite aux cas élémentaires d'électrisation-électrocution (utilisation d'une maquette, simulation informatisée, séquence audiovisuelle).

Le professeur évoque les dangers présentés par une prise de courant dont les broches assimilées aux bornes d'un générateur peuvent créer à travers le corps humain une chaîne de conducteurs entre la borne active (la phase) et la terre ou entre la borne active (la phase) et la borne passive (le neutre) provoquant l'électrocution.

Le rôle de l'interrupteur peut permettre d'introduire la notion de conducteurs et d'isolants.

Dans le cas des circuits avec dérivations on se limite à l'interrupteur associé au générateur.

La diode électroluminescente se comporte comme un conducteur ou un isolant suivant son sens de branchement et permet d'introduire le sens conventionnel du courant. Il ne s'agit pas d'étudier la diode en tant que dipôle.

On évite d'utiliser l'expression *en parallèle* : on lui préfère circuit *comportant des dérivations*.

On peut faire observer qu'une installation domestique classique est constituée d'appareils en dérivation.

On note bien que l'activité de schématisation prend une place tout particulièrement importante dans cette partie du programme : les élèves y manipulent des représentations symboliques codées comme ils l'ont encore peu fait. Cependant il faut s'assurer que la notion, par exemple de générateur, est acquise avant de remplacer le dessin par le symbole. La schématisation doit apparaître pour l'élève comme une simplification par rapport au dessin.

### C. La lumière : sources et propagation rectiligne

Durée conseillée : 7 semaines

Comme l'eau et l'électricité, la lumière fait partie de notre environnement quotidien. Les contenus abordés à ce niveau permettent de mieux comprendre la distinction entre sources primaires et objets diffusants, les phases de la Lune, les éclipses et systématisent le vocabulaire relatif aux ombres. Son introduction prolonge les approches concernant « Lumière et ombres » et

« Système solaire et Univers » figurant aux cycles 2 et 3 de l'école. Une trop longue interruption de cette étude serait préjudiciable à la consolidation des acquis. La propagation rectiligne, élément nouveau par rapport à l'école primaire, est en outre un excellent moyen d'introduire la notion de modèle avec le rayon lumineux et peut être mise en liaison avec la géométrie plane.

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
<p><b>SOURCES DE LUMIÈRE ET IMPORTANCE DE LA DIFFUSION</b></p> <p><b>ENTRÉE DE LA LUMIÈRE DANS L'ŒIL</b></p> <p>Existence de deux types de sources de lumière :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les sources primaires (étoiles, Soleil...);</li> <li>- les objets diffusants (planètes, satellites, murs blancs...).</li> </ul> <p>Une condition nécessaire pour la vision : l'entrée de la lumière dans l'œil.</p> <p>[Thème : Sécurité (Les dangers du laser)]</p> <p>[Histoire des sciences : Ibn Al-Haytham (ou Alhazen)]</p> <p>[SVT : organe sensoriel = récepteur, 4e]</p> <p>[Technologie : architecture et habitat, 5e]</p>	<p>Citer quelques sources de lumière.</p> <p>Prévoir si un écran diffusant peut en éclairer un autre en fonction des facteurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- localisation spatiale des deux écrans ;</li> <li>- l'écran diffusant est éclairé ou non.</li> </ul> <p>Retenir que pour voir un objet, il faut que l'œil en reçoive de la lumière.</p>	<p><b>Comment éclairer et voir un objet ? D'où vient la lumière ?</b></p> <p>Formulation d'hypothèses et tests expérimentaux à partir de situations mettant en jeu des sources de lumière, des objets diffusants (écran blanc, obstacles opaques...).</p> <p>Interposition d'un écran opaque entre une source lumineuse et l'œil d'un élève : confrontation du point de vue de cet élève et celui d'un autre élève observateur.</p>
<p><b>PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIÈRE</b></p> <p>Le faisceau de lumière.</p> <p>[Histoire des sciences : en étudiant des ombres, Thalès a établi la première loi scientifique comme de l'humanité]</p> <p>Modèle du rayon de lumière.</p> <p>Sens de propagation de la lumière.</p> <p>Ombre propre, ombre portée et cône d'ombre : interprétation en termes de rayons de lumière.</p> <p>[École primaire : fiche 17, lumière et ombres, cycle 3]</p> <p>[Mathématiques : géométrie]</p>	<p>Formuler que l'on peut visualiser le trajet d'un faisceau de lumière grâce à la diffusion. Et en faire un schéma.</p> <p>Compétence expérimentale : visualisation de faisceaux, visées.</p> <p>Représenter un rayon de lumière par un trait repéré par une flèche indiquant le sens de la propagation.</p> <p>Faire un schéma représentant un faisceau de lumière.</p> <p>Interpréter des résultats expérimentaux en utilisant le fait qu'une source lumineuse ponctuelle et un objet opaque déterminent deux zones :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une zone éclairée de laquelle l'observateur voit la source ;</li> <li>- une zone d'ombre de laquelle l'observateur ne voit pas la source.</li> </ul> <p>Interpréter les ombres propre et portée ainsi que l'existence du cône d'ombre en figurant des tracés rectilignes de lumière.</p> <p>Prévoir la position et la forme des ombres dans le cas d'une source ponctuelle.</p> <p>Retenir que l'ombre portée reste noire même dans le cas d'une source colorée.</p> <p>Prévoir si une source de lumière est visible ou non en vision directe, dans diverses situations, en fonction des positions relatives des objets opaques, des sources et de l'œil, y compris dans le cône d'ombre.</p> <p>Tracer des schémas où figure l'œil de l'observateur et les rayons qui y pénètrent.</p>	<p><b>Comment se propage la lumière ?</b></p> <p>Constatation de la non visibilité d'un faisceau de lumière en milieu non diffusant et de sa visualisation grâce à la diffusion.</p> <p>Observation du renvoi de lumière vers l'observateur par des objets diffusants placés dans le faisceau.</p> <p>Formulation d'hypothèses lors de visées au travers d'écrans troués et vérification expérimentale de ces hypothèses.</p> <p>Recherche documentaire : le théorème de Thalès.</p> <p>[B2i]</p> <p>Limitation d'un faisceau de lumière émis par une source ponctuelle par des ouvertures de formes quelconques avec observation sur l'écran de taches lumineuses de mêmes formes que les ouvertures.</p> <p>Formulation d'hypothèses sur la position, la forme et l'éventuelle couleur des ombres d'objets éclairés avec des sources ponctuelles blanches ou colorées.</p> <p>Vérification expérimentale de ces hypothèses.</p>

Notions – contenus	Compétences	Exemples d'activités
Système Soleil-Terre-Lune. Phases de la Lune, éclipses : interprétation simplifiée. <i>[École primaire : fiches 19 et 21, mouvement apparent du Soleil, Système solaire et Univers, cycle 3]</i> <i>[Géographie : le calendrier, les saisons]</i> <i>[Histoire des sciences : l'observation des astres et la naissance de la science]</i> <i>[Histoire des Sciences : le système solaire, la rotondité de la Terre]</i> <i>[Mathématiques : tangente à un cercle, 4e]</i> <i>[Technologie : architecture et habitat, 5e]</i> <i>[Technologie : environnement et énergie, 4e]</i>	Décrire simplement les mouvements pour le système Soleil-Terre-Lune. Interpréter les phases de la Lune ainsi que les éclipses. Prévoir le phénomène visible dans une configuration donnée du système simplifié Soleil-Terre-Lune.	Observation des phases de la Lune et des éclipses à l'aide d'une maquette et/ou par *simulation informatique et/ou par une séquence audiovisuelle (bien distinguer l'observation par un observateur terrestre de l'interprétation par un observateur extérieur au système Soleil-Terre-Lune). Observation quotidienne de la Lune, avec compte-rendu, sur une durée suffisante. *Recherche documentaire : cadran solaire, gnomon. <i>[B2i]</i> *Recherche documentaire : la prévision des éclipses, naissance d'une forme rudimentaire de science (empirisme)

## Commentaires

Pour toutes les expériences de diffusion on prend soin de limiter les diffusions parasites par les objets n'intervenant pas dans l'étude en les recouvrant de papiers noirs, tissus noirs...

Il peut être intéressant que la décision de ces aménagements soit proposée par les élèves eux-mêmes après un premier constat de l'existence du phénomène de diffusion.

Si les élèves connaissent le rôle du miroir, on peut être conduit à distinguer l'éclairage par réflexion de l'éclairage par diffusion (écran...).

On préfère l'expression « faisceau de lumière » à celle de « faisceau lumineux » qui peut suggérer que le faisceau est visible par lui-même.

Le professeur gardera en mémoire que la propagation rectiligne de la lumière nécessite un milieu transparent, homogène et isotrope. Il peut répondre à la curiosité éventuelle des élèves concernant, par exemple, les mirages en signalant que dans ce cas le phénomène est dû à un milieu non homogène.

Dans la partie « ombre propre, ombre portée et cône d'ombre », on n'oublie pas que l'écran sur lequel apparaît l'ombre portée diffuse la lumière de la source par sa partie éclairée et que dans ce cas une balle placée dans le cône d'ombre est visible car éclairée par cette lumière diffusée ... d'où les précautions à prendre quand on dit qu'une balle placée dans le cône d'ombre n'est pas visible.

La notion de pénombre est hors programme.

Le rôle de l'entrée de la lumière dans l'œil et la place de l'observateur doivent être rappelés chaque fois que possible en figurant l'œil de l'observateur sur les schémas (par exemple pour les différentes positions de la Lune dans différentes phases, il est nécessaire d'indiquer la place de l'observateur terrestre sur le schéma).

Pour les phases de la Lune, il est nécessaire de mentionner qu'il existe un angle entre le plan orbital de la Lune et le plan de l'écliptique

Le cadran solaire peut constituer une piste d'activités pluridisciplinaires.

### PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Le contenu des thèmes de convergence, dont la liste et les fiches descriptives figurent ci-après, est établi conformément au programme de chacune des disciplines concernées dans lesquels leurs contributions sont également mentionnées : ils n'introduisent pas de nouvelles compétences exigibles. Ils sont obligatoires, mais ne font pas l'objet d'un enseignement spécifique et ne nécessitent pas un horaire supplémentaire.

#### Objectifs généraux

À l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit. L'élaboration de cette représentation passe par l'étude de sujets essentiels pour les individus et la société. L'édification de ces objets de savoir commun doit permettre aux élèves de percevoir les convergences entre les disciplines et d'analyser, selon une vue d'ensemble, des réalités du monde contemporain.

#### Thèmes choisis

Un nombre limité de thèmes ont été choisis dans cet esprit, sans ambition d'exhaustivité, en tentant d'associer des thèmes relevant de la culture scientifique à proprement parler et des thèmes ayant une portée d'application directe, mais reposant sur des bases scientifiques. Six thèmes ont été retenus :

- Énergie
- Environnement et développement durable
- Météorologie et climatologie
- Mode de pensée statistique dans le regard scientifique sur le monde
- Santé
- Sécurité

#### Convergences entre les disciplines

Pour chaque enseignement disciplinaire, il s'agit de contribuer, de façon coordonnée, à l'appropriation par les élèves de savoirs relatifs à ces différents thèmes, éléments d'une culture partagée. Cette démarche doit en particulier donner plus de cohérence à la formation que reçoivent les élèves dans des domaines tels que la santé, la sécurité et l'environnement qui sont essentiels pour le futur citoyen. Elle vise aussi, à travers des thèmes tels que la météorologie ou l'énergie, à faire prendre conscience de ce que la science est plus que la simple juxtaposition de ses disciplines constitutives et donne accès à une compréhension globale d'un monde complexe, notamment au travers des modes de pensée qu'elle met en œuvre.

Dans certains cas, les disciplines traitent d'un thème de convergence donné dans leurs objectifs d'apprentissage ; dans d'autres cas, le thème ne fait qu'offrir un support d'activités dans une entrée pluridisciplinaire. Il est intéressant à cet égard de mettre en œuvre, dans la mesure du possible, des interventions conjointes de deux professeurs devant un même groupe d'élèves.

Si leur esprit pluridisciplinaire est déterminant, les thèmes choisis font appel séparément à chaque discipline à des degrés différents. Leur ambition est avant tout d'apporter un éclairage nouveau sur des sujets de grande importance en terme de culture générale ou d'enjeux de société. Ils ne doivent pas être considérés pour autant comme un ensemble minimal de connaissances à acquérir.

La légitimité de ces thèmes s'appuie sur une pluridisciplinarité qui n'exclut a priori aucune discipline. Leurs contenus s'inscrivent dans les programmes des disciplines scientifiques mais concernent également, selon les thèmes, l'éducation physique et sportive, l'histoire et la géographie, l'éducation civique, la technologie.

#### Évaluation

Les thèmes de convergence se prêtent particulièrement bien à une évaluation soit dans la discipline soit dans le cadre d'une pluridisciplinarité concertée.

#### Fiches descriptives

Les fiches descriptives ci-après précisent les enjeux de société auxquels se réfèrent les thèmes retenus, présentent les objectifs correspondants au niveau du collège et mettent en valeur les implications des différentes disciplines associées à chaque thème. Sans engendrer ni alourdissement de la tâche des professeurs ni émergence de disciplines nouvelles, ce sont les enseignements disciplinaires eux-mêmes qui alimentent la substance de ces thèmes. Le professeur doit s'en imprégner et les intégrer dans son enseignement en y associant des ouvertures vers les autres disciplines.

Le document d'accompagnement aidera les professeurs à mettre en œuvre ces thèmes. Il proposera des exemples et apportera notamment les informations permettant d'aborder dans les meilleures conditions la coordination entre les différentes disciplines.

### THÈME 1 : ÉNERGIE

Le terme *énergie* appartient désormais à la vie courante.

Quelles ressources énergétiques pour demain ? Quelle place aux énergies fossiles, à l'énergie nucléaire, aux énergies renouvelables ? Comment transporter l'énergie ? Comment la convertir ? Il s'agit de grands enjeux de société qui impliquent une nécessaire formation du citoyen pour participer à une réflexion légitime. Une approche planétaire s'impose désormais en intégrant le devenir de la Terre (lien avec le thème *environnement et développement durable*). Il convient de donner l'accès aux connaissances dans ce domaine pour permettre une argumentation éclairée en vue d'une démarche citoyenne quand des choix devront être formulés.

### THÈME 2 : ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Depuis son origine, l'espèce humaine manifeste une aptitude inégalée à modifier un environnement compatible, jusqu'à ce jour, avec ses conditions de vie.

La surexploitation des ressources naturelles liée à la croissance économique et démographique a conduit la société civile à prendre conscience de l'urgence d'une solidarité planétaire pour faire face aux grands bouleversements des équilibres naturels. Cette solidarité est indissociable d'un développement durable, c'est-à-dire d'un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs (rapport Brundtland, ONU 1987).

### THÈME 3 : MÉTÉOROLOGIE ET CLIMATOLOGIE

Pour diverses raisons (agriculture, pêche, travaux divers, déplacements, loisirs ...), le temps qu'il fera a toujours été l'objet des préoccupations humaines. Cependant ce besoin de connaître les évolutions du temps à moyen et court terme n'a jamais été aussi fort que ces dernières années dans un monde en pleine évolution commerciale, technologique et environnementale.

Le futur citoyen doit donc être particulièrement sensibilisé à la météorologie et à la climatologie qui ne cesseront de rythmer ses activités et son cadre de vie.

**La météorologie** a pour finalité fondamentale la prévision du temps, dans le cadre d'une incessante variabilité du climat.

Moins connue du grand public, mais tout aussi importante, **la climatologie** (ou science des climats) s'intéresse aux phénomènes climatiques sur des périodes de l'ordre de 30 ans et permet de bâtir des hypothèses et des perspectives à long terme sur le devenir de la planète.

### THÈME 4 : IMPORTANCE DU MODE DE PENSÉE STATISTIQUE DANS LE REGARD SCIENTIFIQUE SUR LE MONDE

L'aléatoire est présent dans de très nombreux domaines de la vie courante, privée et publique : analyse médicale qui confronte les résultats à des valeurs normales, bulletin météorologique qui mentionne des écarts par rapport aux normales saisonnières et dont les prévisions sont accompagnées d'un indice de confiance, contrôle de qualité d'un produit, sondage d'opinion...

Or le domaine de l'aléatoire et les démarches d'observations sont intimement liés à la pensée statistique. Il s'avère donc nécessaire, dès le collège, de former les élèves à la pensée statistique dans le regard scientifique qu'ils portent sur le monde, et de doter les élèves d'un langage et de concepts communs pour traiter l'information apportée dans chaque discipline.

### THÈME 5 : SANTÉ

L'espérance de vie a été spectaculairement allongée au cours du XX<sup>e</sup> siècle : alors qu'elle était de 25 ans au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, elle est passée à 45 ans en 1900 et 79 ans en 2000 dans les pays développés. Elle continue à croître dans ces pays d'environ deux à trois mois par an.

Les études épidémiologiques montrent que les facteurs de risque relèvent autant des comportements collectifs et individuels que des facteurs génétiques. L'analyse des causes de décès montre le rôle prédominant de plusieurs 5-facteurs : le tabac (à l'origine de 60 000 décès en France en 2004, nombre qui devrait atteindre, si rien n'est fait, 120 000 décès par an en 2020 quand les conséquences de l'accroissement du tabagisme des femmes se feront pleinement sentir), l'alcool (45 000 décès en 2004), les déséquilibres alimentaires et l'obésité (environ 30 à 40 000 décès par an) et les accidents (environ 20 000 décès par an dont 6 000 liés à la circulation en 2004). Ces facteurs de risque sont plus répandus dans les classes socio-économiques défavorisées et sont donc source d'inégalité sociale devant la santé.

L'éducation à la santé est particulièrement importante au collège, à un âge où les élèves sont réceptifs aux enjeux de santé.

### THÈME 6 : SÉCURITÉ

L'éducation à la sécurité constitue une nécessité pour l'Etat afin de répondre à des problèmes graves de société : les accidents domestiques, routiers ou résultant de catastrophes naturelles ou technologiques majeures tuent et blessent, chaque année, un grand nombre de personnes en France. Ils n'arrivent pas qu'aux autres, ailleurs ou par hasard. La prise en charge de la prévention et de la protection face à ces risques doit donc être l'affaire de tous et de chacun.

Il entre dans les missions des enseignants d'assurer la sécurité des élèves qui leur sont confiés, mais également d'inclure dans leurs enseignements une réflexion argumentée qui sensibilise les élèves à une gestion rationnelle des problèmes de sécurité.