Annexe 4

PHYSIQUE-CHIMIE

INTRODUCTION GÉNÉRALE POUR LE COLLÈGE

CONTRIBUTION DE LA PHYSIQUE-CHIMIE À L'ACQUISITION D'UNE CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

Objectifs du programme

L'enseignement de la physique-chimie au collège a pour objectifs :

- de contribuer à l'acquisition d'une culture scientifique et technologique pour construire une première représentation globale, cohérente et rationnelle du monde, en mettant l'accent sur l'universalité des lois qui le structurent ;
- de participer à l'acquisition du « socle commun » en terme de connaissances spécifiques à la discipline et de capacités à les mettre en œuvre dans des situations variées, en développant des attitudes formatrices et responsables ;
- d'apporter sa contribution à chacune des sept compétences du « socle commun ». Chaque compétence du socle requiert en effet la contribution de plusieurs disciplines et réciproquement, une discipline contribue à l'acquisition de plusieurs compétences ;
- de renforcer, à travers les programmes, la corrélation avec les autres disciplines scientifiques, en montrant à la fois les spécificités et les apports de la physique-chimie, et de contribuer aux thèmes de convergence ;
- d'être ancré sur l'environnement quotidien et ouvert sur les techniques pour être motivant et susciter la curiosité et l'appétence des élèves pour les sciences, conditions nécessaires à l'émergence des vocations scientifiques (techniciens, ingénieurs, chercheurs, enseignants, médecins...).

L'enseignement des sciences et de la technologie assure la continuité des apprentissages : il est abordé dès l'école primaire, au cycle des de disposer des capacités qui permettent de mobiliser ces connaissances dans des situations variées.

L'enseignement de la physique-chimie doit ainsi permettre à l'élève d'être notamment capable :

- de pratiquer une démarche scientifique, c'est-à-dire d'oberver, questionner, formuler une hypothèse et la valider, argumenter, modéliser de façon élémentaire et comprendre le lien entre le phénomène étudié et le langage mathématique qui s'y applique. Dans cette démarche, le raisonnement qualitatif a toute sa place ; l'étude de la matière et de ses transformations relève du 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 souvent beaucoup plus aisé d'effectuer un calcul juste que de tenir un raisonnement pertinent.
- de manipuler et d'expérimenter en éprouvant la résistance du réel, c'est-à-dire de participer à la conception d'un protocole et à sa mise en œuvre à l'aide d'outils appropriés, de développer des habiletés manuelles et de se familiariser avec certains gestes techniques, et de percevoir la différence entre réalité et simulation. La démarche expérimentale est en elle-même un facteur de motivation ; sujets attractifs et expériences passionnantes suscitent toujours la curiosité des élèves.
- de comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes agissant simultanément, de percevoir qu'il peut exister des causes non apparentes ou inconnues ;
- d'exprimer et d'exploiter les résultats d'une mesure ou d'une

LIENS AVEC LES AUTRES DISCIPLINES ET LES DIFFÉRENTS PILIERS DU « SOCLE »

La physique-chimie est fortement corrélée au collège aux autres disciplines du pôle des sciences [compétence 3 du « socle »].
Elle met à la disposition des Sciences de la vie et de la Terre 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.

La physique-chimie coopère à la maîtrise des techniques de l'information et de la communication [compétence 4 du « socle »]. Son enseignement privilégie l'utilisation de l'outil informatique, pour l'acquisition et le traitement des données, pour la mise en œuvre de logiciels spécifiques et pour l'expérimentation

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 pour faciliter la réussite des apprentissages. Il est en effet indispensable qu'ils apprennent à fournir un travail autonome régulier qui complète les activités conduites avec le professeur et qui leur permette d'acquérir une culture scientifique. La diversification des formes qu'il peut prendre, ainsi que l'utilisation de supports thématiques très concrets, empruntés notamment à la vie courante et à l'actualité, sont autant de facteurs permettant de susciter la curiosité des élèves et leur intérêt pour ces activités proposées hors la classe. Il est donc important de les valoriser aux yeux des élèves.

Outre l'apprentissage du cours (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 écrits consécutifs à des recherches personnelles (au CDI, sur le Web…) ; exploitation de textes scientifiques, historiques ou d'actualité ;
- analyse et/ou établissement de protocoles expérimentaux ; interprétation d'expériences ; reformulation d'un compte rendu d'expériences ;
- réponse à des questions se rapportant à un document préparant la séquence suivante d'enseignement.

Il convient de veiller à un équilibre judicieux entre ces activités tout en préparant l'élève à gagner progressivement son autonomie par rapport à cette nécessaire appropriation des savoirs et des savoir-expérimentale, à support documentaire (textes ou documents audio ou vidéo scientifiques, historiques ou d'actualité), schémas à tracer ou à exploiter, exposés … Les activités expérimentales étant le fondement même de la physique et de la chimie, le professeur doit veiller en particulier à intégrer les capacités qui s'y rattachent à l'évaluation (observation des élèves en train de manipuler, analyse de comptes rendus d'expériences).

Compte tenu des exigences du socle, l'évaluation porte non seulement sur les compétences strictement liées aux savoirs spécifiques de la physique et de la chimie mais également sur un ensemble de compétences transversales, au sein desquelles figure en bonne place la maîtrise, écrite et orale, de la langue française.

Ces compétences sont à énoncer de manière explicite aux élèves avant toute évaluation pour leur permettre d'identifier les objectifs à atteindre, de pratiquer une auto-évaluation et de participer à une éventuelle remédiation.

La réflexion sur l'évaluation intervient dès la conception des différentes séquences d'enseignement.
Il y a lieu de distinguer :

- l'évaluation diagnostique qui conduit l'enseignant à identifier les représentations des élèves, leurs connaissances, les méthodes acquises et les obstacles cognitifs, pour situer leur niveau et pour ajuster son enseignement. Elle se situe en début de séquence, individuellement ou en groupe.
- 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

exploités sous forme d'expériences de cours, d'activités expérimentales ou en travaux de documentation. Cette colonne mentionne également les références au B2i collège.

Les connaissances et les capacités précédées par un astérisque sont en cours d'acquisition.

Chaque sous-partie du tableau possède un bandeau introductif qui porte un titre et une question pouvant servir de fil conducteur à une démarche d'investigation. Les liens avec l'école primaire y sont mentionnés. Les relations avec les autres disciplines, l'histoire des

commune sur l'évaluation et, pour les élèves, un lieu de mise en synergie des connaissances et capacités déclinées dans chaque discipline.

Les grandes rubriques du programme sont accompagnées de durées conseillées qui sont modulables selon les acquis préalables des élèves. 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, l'enseignant prend la mesure des acquis effectifs de l'enseignement de l'école primaire dans le

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

Durée conseillée : 15 semaines

La finalité de cette partie de programme est de clarifier les notions de mélanges et de corps purs. Ce thème 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 prolonge 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

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

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
	Réaliser le test de reconnaissance du dioxyde de carbone par l'eau de chaux.	*Recueil du dioxyde de carbone présent dans une boisson et le reconnaître par le test de l'eau de chaux.*
		Recherche documentaire : - pourquoi les poissons meurent-ils lorsque l'eau se réchauffe ? *- traitement de l'eau.* [B2i] *Visite d'une station d'épuration*
*[**Thème** : Environnement et développement durable (Citoyenneté : eaux potables et eaux usées)]* *[**Histoire des Sciences** : la découverte du « gaz carbonique »]* *[**SVT** : sédimentation ; action de l'eau sur les roches ; rôle biologique des gaz dissous.]*		
MÉLANGES HOMOGÈNES ET CORPS PURS ***Un liquide d'aspect homogène est-il pur ? Une eau limpide est-elle une eau pure ?***		
Une eau d'apparence homogène peut contenir des substances autres que l'eau.	Illustrer par des exemples le fait qu'une eau d'apparence homogène peut contenir des substances autres que l'eau Réaliser une évaporation.	Lecture d'étiquettes d'eau minérale, de boissons, de fiches d'analyse d'eau. *Obtention d'un résidu solide par évaporation d'une eau minérale.*

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
	Réaliser, observer, schématiser des expériences de changements d'état. Utiliser le vocabulaire spécifique aux changements d'état : solidification, fusion, liquéfaction, vaporisation.	Expériences de changements d'état.
Cycle de l'eau.		*Activité documentaire : retour sur le cycle de l'eau.*
Unités de masse et de volume 1 L = 1 dm^3 ; 1 mL = 1 cm^3.	Maîtriser les unités et les associer aux grandeurs correspondantes.	
La masse de 1 L d'eau est voisine de 1 kg dans les conditions usuelles de notre environnement.	Mesurer des volumes avec une éprouvette graduée ; mesurer des masses avec une balance électronique.	Transvasement d'eau. *Recherche documentaire :* *- est-ce un hasard si un litre d'eau pure a pour masse un kilogramme ?* *- en quoi, le système métrique représente-t-il un progrès ?* [B2i)] *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).* *Mise en évidence de la dispersion des mesures.* *Activité expérimentale : comment savoir si un liquide incolore est ou non de l'eau ?*
Lors des changements d'état la masse se conserve et le volume varie.	*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 masse mais avec variation de volume.*	Fusion de la glace accompagnée d'une pesée avant et après la fusion. *Exercice « expérimental » :* *la fusion des icebergs ferait-elle monter le niveau des océans ? Qu'en est-il de la fusion des glaciers ?*
		Recherche documentaire : - un effet de l'augmentation du volume de l'eau qui gèle : rupture des canalisations d'eau, barrières de dégel… *- le méthanier : intérêt de liquéfier le méthane.* [B2i]
Nom et symbole de l'unité usuelle de température : le degré Celsius (°C). *Un palier de température apparaît lors d'un changement d'état pour un corps pur*	Utiliser un thermomètre, un capteur pour repérer une température. **Tracer et exploiter le graphique obtenu lors de l'étude du changement d'état d'un corps pur*	Congélation de l'eau et suivi de l'évolution de la température (éventuellement avec l'ordinateur). [B2i] Comparaison avec la même expérience faite avec de l'eau très salée. [B2i]
L'augmentation de la température d'un corps pur nécessite un apport d'énergie. La fusion et la vaporisation d'un corps pur nécessitent un apport d'énergie. *La température d'ébullition de l'eau dépend de la pression.* Températures de changements d'état de l'eau sous pression normale.	*Observer l'influence de la pression sur la température d'ébullition de l'eau*	*Chauffage d'eau liquide obtenue par distillation et suivi de l'évolution de la température de l'eau, réalisation de l'ébullition.* *Étude du changement d'état d'un corps pur autre que l'eau (la solidification du cyclohexane par exemple).* Réalisation de l'ébullition sous pression réduite (fiole à vide et trompe à eau ou seringue).

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
*[**Thème** : Énergie ; Météorologie et climatologie (cycle de l'eau) ; Pensée statistique ; Sécurité (ébullitions et la manipulation du cyclohexane ; techniques de chauffage)]* *[**Histoire des sciences** : révolution française et système métrique]* *[**SVT** : magma en 4ème]* *[**Mathématiques** : grandeurs et mesures, proportionnalité, représentation graphique de données]* *[**Technologie** : mesures et contrôles]* *[**Géographie** : L'eau sur la Terre]*		
L'EAU SOLVANT ***Peut-on dissoudre n'importe quel solide dans l'eau (sucre, sel, sable...) ?*** ***Peut-on réaliser un mélange homogène dans l'eau avec n'importe quel liquide (alcool, huile, pétrole...) ?***		
L'eau est un solvant de certains solides et de certains gaz. L'eau et certains liquides sont miscibles.	Réaliser (ou tenter de réaliser) la dissolution d'un solide dans un liquide ou le mélange de deux liquides. *Utiliser une ampoule à décanter.*	Exemples de dissolutions et de mélanges.
	Utiliser le vocabulaire spécifique à la dissolution, à la miscibilité : solution, corps dissous *(soluté)*, solvant, *solution saturée*, soluble, insoluble, liquides miscibles et non-miscibles, distinction dissolution et fusion.	Test de la miscibilité pour les liquides : agiter, laisser reposer, observer.
La masse totale se conserve au cours d'une dissolution.		Dissolution d'une masse donnée de « sucre » dans un volume donné d'eau : réalisation d'une nouvelle pesée après dissolution. Évaporation d'une eau salée ou sucrée pour récupérer le sel ou le sucre. *Exploitation de documents sur les marais salants, sur les saumures.* *[B2i]*
*[**Thème** : Environnement : pollution des eaux ; les marées noires]* *[**SVT** : respiration dans l'eau en 5ème, action de l'eau sur les roches]*		

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.

Pour les expériences avec le sulfate de cuivre anhydre, le port des lunettes est indispensable et l'utilisation de faibles quantités est fortement recommandée.

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 utilise le transvasement d'eau pour vérifier qu'un litre occupe un volume de 1 dm^3. Les conversions d'unités sont limitées à quelques exemples d'utilisation pratique dans un contexte expérimental.
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.

La réalisation d'un changement d'état d'un corps pur autre que l'eau est destinée à 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 direct 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. L'enseignant pourra préciser que certains changements d'état s'accompagnent d'une libération d'énergie.
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 un morceau de sucre est dissous 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 est hors programme.
La grandeur concentration massique est hors-programme.
Si le professeur est amené à citer la notion de concentration, il retient qu'elle est hors programme à ce niveau.

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 de l'électricité dans la vie quotidienne ; l'approche expérimentale peut y être particulièrement valorisée. Le programme de cinquième prolonge les apports de celui des sciences de l'école primaire ; il introduit notamment la notion de schémas normalisés, des nouveaux dipôles, les notions de transfert et de conversion de l'énergie, 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.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
QU'EST-CE QU'UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE ? ***[École primaire :** fiche 23, électricité, cycles 2 et 3, fiche 16, énergie, cycle 3)]*		
Les expériences ne doivent pas être réalisées avec le courant du secteur pour des raisons de sécurité.	Mettre en œuvre du matériel (générateur, fils de connexion, interrupteur, lampe ou moteur) pour allumer une lampe ou entraîner un moteur.	Réalisation d'un circuit simple avec un générateur, des fils de connexion, un interrupteur et une lampe (ou un moteur).
Circuit ouvert, circuit fermé. Une pile, une batterie d'accumulateurs, un générateur *(de tension)* alimenté par le secteur, une photopile sont des générateurs.	*Tester le comportement d'un circuit dépourvu de générateur.*	Mise en évidence de la nécessité d'un générateur pour que la lampe éclaire ou que le moteur tourne. Utilisation d'une photopile.
Un générateur transfère de l'énergie électrique à une lampe, à un moteur, qui la convertissent en d'autres formes. Une photopile convertit de l'énergie lumineuse en énergie électrique.		Tracé du schéma normalisé à partir d'un montage présent sur la paillasse.
Danger en cas de court-circuit d'un générateur.	Repérer sur un schéma la boucle correspondant au générateur en court-circuit.	Observation de l'incandescence de la paille de fer reliant les deux bornes d'une pile. *Observation de l'échauffement d'une pile dont les bornes sont reliées par un fil de connexion.*
*[**Technologie** : Énergie et environnement (matériaux isolants et matériaux conducteur d'énergie électrique et thermique)]* *[**Thème : Sécurité** (danger du secteur) ; (Citoyenneté et Sécurité : les dangers du court-circuit)]*		
CIRCUIT ÉLECTRIQUE EN SÉRIE		

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
Symboles normalisés d'une diode, d'une diode électroluminescente (DEL), d'une résistance. Les dipôles constituant le circuit série ne forment qu'une seule boucle.	Réaliser à partir de schémas des circuits série pouvant comporter un générateur, des lampes, des interrupteurs, un moteur, *une DEL, une diode et des résistances.* Passer du circuit au schéma normalisé et inversement.	Repérage sur un schéma de la boucle simple formée par un générateur, des lampes, des interrupteurs, un moteur, *une diode, une DEL et des résistances* (on se limitera, outre les interrupteurs, à un générateur et à trois dipôles) ; passage du schéma à la réalisation expérimentale du circuit.
Influences, sur le fonctionnement d'un circuit, de l'ordre et du nombre de dipôles autres que le générateur.		Schématisation et réalisation du montage permettant d'observer l'éclat d'une lampe ou la rotation d'un moteur en fonction : - de sa position dans le circuit ; - du nombre de dipôles autres que le générateur ajoutés dans le circuit.
Certains matériaux conduisent le courant électrique. Les métaux sont des conducteurs ; le verre, l'air, la plupart des matières plastiques sont des isolants. Un interrupteur ouvert se comporte comme un isolant ; un interrupteur fermé se comporte comme un conducteur.		Introduction, dans un circuit série, de différents échantillons conducteurs ou isolants y compris de l'eau, de l'eau « salée ». Utilisation d'un interrupteur. Cas particulier d'une lampe « grillée » ou dévissée dans un circuit « série ».
Le corps humain est conducteur.	**Identifier les situations d'électrisation-électrocution et en énoncer les effets.*	*Utilisation d'une maquette simplifiée de situation d'électrisation.* *Simulation informatisée de situation d'électrisation.* Étude de documents sur les dangers de l'électrisation. [B2i]
Le sens conventionnel du courant. *Le comportement d'une diode ressemble à celui d'un interrupteur selon son sens de branchement.* Le générateur transfère de l'énergie électrique à chacun des dipôles placés en série.		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.*
*[**Technologie :** Énergie et environnement (matériaux isolants et matériaux conducteurs d'énergie électrique et thermique)]* *[**Thème :** Énergie **; Sécurité** (Citoyenneté : règles de sécurité électrique)]*		
CIRCUIT ÉLECTRIQUE COMPORTANT DES DÉRIVATIONS		
**Circuit avec dérivations.*	**Réaliser à partir de schémas des circuits simples comportant notamment des lampes et des DEL en dérivation, en se limitant, outre l'interrupteur, à un générateur et à trois dipôles.*	*Matérialisation des boucles dans un circuit avec dérivation.* *Circuits simples comportant notamment des lampes et des diodes électroluminescentes en dérivation.*
    **Distinction du court-circuit d'un générateur de celui d'une lampe dans un circuit avec dérivations.* *Le générateur transfère de l'énergie électrique à chacun des dipôles placés en dérivation.*	**Passer du circuit au schéma normalisé.* **Identifier des montages avec dérivations et les boucles correspondantes contenant le générateur.* **Identifier la situation de court-circuit d'un générateur dans un circuit ; conséquences.* *Identifier la situation de court-circuit d'un dipôle récepteur ; conséquences.*	 *Prévision et vérification des faits observés lorsque l'on dévisse une lampe dans un circuit comportant des dérivations.* *Situations de court-circuit*
[Thème : Sécurité (Citoyenneté: règles de sécurité électrique) ; (Sécurité des personnes et des biens)]		

Commentaires :

L'essentiel de l'étude qualitative des circuits électriques en courant continu est abordé dans le programme de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école et appartient donc aux exigences du socle. Pour faciliter la réalisation expérimentale des circuits, on peut s'appuyer sur la visualisation matérialisée de boucles : la boucle correspond à un circuit fermé comportant le générateur et différents éléments conducteurs en série. Dans certaines situations, la réalité matérielle d'un circuit n'est pas immédiatement perceptible en raison d'un retour par la « masse ». Le professeur répond 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.
Les observations de circuits en fonctionnement permettent de faire émerger le vocabulaire autour de l'énergie. Une lampe convertit, en énergie lumineuse *et thermique*, l'énergie que lui transmet le générateur. Un moteur convertit, en énergie mécanique *et thermique*, l'énergie que lui transfère le générateur. On qualifie d'énergie lumineuse une énergie transférée par rayonnement dans un spectre visible pour l'œil humain. Par abus de langage, quand un système reçoit de l'énergie sous forme de (par) chaleur, on dit qu'il reçoit de l'énergie thermique. Il est recommandé d'éviter de dire que le système « reçoit de la chaleur ».
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 sont assimilées aux bornes d'un générateur. Le contact du corps humain avec la borne active (la phase) et la terre ou avec la borne active (la phase) et la borne passive provoque une électrisation voire une 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 l'étude de la géométrie plane.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
SOURCES DE LUMIÈRE ***ENTRÉE DE LA LUMIÈRE DANS L'ŒIL*** ***Comment éclairer et voir un objet ? D'ou vient la lumière ?***		
Le Soleil, les étoiles et les lampes sont des sources primaires ; la Lune, les planètes, les objets éclairés sont des objets diffusants.	Réaliser des expériences dans diverses situations mettant en jeu des sources de lumière, des objets diffusants et des obstacles opaques.	Situations mettant en jeu des sources de lumière, des objets diffusants (écran blanc, obstacles opaques) ; influence des facteurs suivants : localisation spatiale des écrans ; écran diffusant éclairé ou non.
Pour voir un objet, il faut que l'œil en reçoive de la lumière. Le laser présente un danger pour l'œil.		Interposition d'écran opaque entre une source lumineuse et l'œil.
*[**Thème : Sécurité** (Les dangers du laser)]* *[**Histoire des sciences** : Ibn Al-Haytham (ou Alhazen)]* *[**SVT** : organe sensoriel = récepteur en 4ème]* *[**Technologie** : Architecture et cadre de vie]*		
PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIÈRE ***COMMENT SE PROPAGE LA LUMIÈRE ?***		

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
*[**École primaire** : fiche 17, lumière et ombres, cycle 3]* *[**École primaire** : fiches 19 et 21, mouvement apparent du soleil, système solaire et univers, cycle 3]*		
La diffusion permet de visualiser le trajet d'un faisceau de lumière.	Visualiser des faisceaux de lumière.	Constatation de la non visibilité d'un faisceau de lumière en milieu non diffusant et de sa visualisation grâce à la diffusion. Observation du renvoi de lumière vers l'observateur par des objets diffusants placés dans le faisceau.
La lumière se propage de façon rectiligne.	Réaliser des visées.	*Visées au travers d'écrans troués.* *Recherche documentaire : Thalès et l'étude des ombres.*
**Modèle du rayon de lumière.*	Schématiser : - un rayon de lumière par un trait repéré par une flèche indiquant le sens de la propagation ; - un faisceau de lumière.	*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.*
Ombre propre, ombre portée *et cône d'ombre.*	Prévoir et vérifier expérimentalement la position *et la forme* des ombres dans le cas d'une source ponctuelle. Interpréter les ombres propre et portée ainsi que l'existence du cône d'ombre en figurant des tracés rectilignes de lumière. Interpréter les résultats expérimentaux en utilisant le fait qu'une source lumineuse ponctuelle et un objet opaque déterminent deux zones : une zone éclairée de laquelle l'observateur voit la source, une zone d'ombre de laquelle l'observateur ne voit pas la source. Tracer des schémas où figurent l'œil de l'observateur et les rayons qui y pénètrent.	Expériences relatives aux ombres d'objets éclairés avec des sources ponctuelles blanches ou colorées.
Description simple des mouvements pour le système Soleil – Terre – Lune.		*Observation quotidienne de la Lune, avec compte-rendu, sur une durée suffisante.*
Phase de la Lune, éclipses.	*Identifier les phases de la Lune et les éclipses sur des situations réelles ou virtuelles.* *Prévoir le phénomène visible par un observateur terrestre 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.* *Recherche documentaire :* *- lunaison, cadran solaire, gnomon.* *[B2i]* *- la prévision des éclipses, naissance d'une forme rudimentaire de science (empirisme).* *- les découvertes scientifiques liées à l'utilisation des ombres [observation des astres et naissance de la science ; la rotondité de la Terre].*
*[**Histoire des sciences** : en étudiant des ombres, Thalès a établi la première loi scientifique connue de l'humanité ; l'observation des astres et la naissance de la science ; la rotondité de la Terre]* *[**Mathématiques** : géométrie ; tangente à un cercle en 4ème]* *[**Géographie**: le calendrier, les saisons]* *[**Technologie** : Architecture et cadre de vie ; Énergie et environnement]*		

Commentaires :

Pour toutes les expériences de diffusion, l'enseignant 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 », l'enseignant 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 (ce qui est le cas quand l'écran n'est pas présent et qu'il n'y a pas de lumière parasite).
L'enseignant peut montrer que l'ombre existe que la source soit blanche ou colorée car l'ombre correspond à une absence de lumière.
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 sur le schéma si l'observateur est terrestre ou extérieur au système Soleil-Terre-Lune.
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. L'enseignant n'exige pas la connaissance des noms des différentes phases de la Lune. Le cadran solaire peut constituer une piste d'activités pluridisciplinaires.

Physique-Chimie

CLASSE DE QUATRIÈME

En préambule à ce programme, il convient de se référer aux textes suivants qui se trouvent dans ce BO :

- l'introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques ;
- l'introduction générale des programmes de physique-chimie pour le collège.

Le programme est présenté de manière à mettre en évidence son articulation avec le « socle commun » notamment avec sa composante « culture scientifique et technologique » (compétence 3) :

- ce qui se rapporte au socle est écrit en caractère droit ; le reste du programme est écrit en italique. L'ensemble du programme est à traiter dans son intégralité.
- les colonnes « connaissances », « capacités » et « exemples d'activités » se complètent dans une lecture cohérente horizontale : chaque item met en correspondance les connaissances à acquérir et les capacités à maîtriser afin de mettre en œuvre ces connaissances dans des situations variées, dont certaines sont proposées de façon non obligatoire et non exhaustive dans la colonne « exemples d'activités ». Les connaissances et les capacités précédées par un astérisque sont en cours d'acquisition. Les compétences relevant du brevet informatique et Internet-collège [B2i] sont mentionnées dans la colonne « exemples d'activités ».

Les « capacités » générales dont doit faire preuve l'élève (pratiquer une démarche scientifique, comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes…) ainsi que les « attitudes », développées par l'enseignement de physique-chimie, que l'élève doit progressivement acquérir (sens de l'observation, curiosité, esprit critique , intérêt pour les progrès scientifiques et techniques, observation des règles de sécurité, respect des autres, responsabilité face à l'environnement…), sont présentées dans l'introduction générale des programmes de physique-chimie au collège ; elles n'ont pas été reprises, l'enseignant gardant à l'esprit qu'elles constituent des axes permanents de son enseignement.

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 respecte une progression logique et que tout le programme soit étudié.

Les différentes thématiques autour desquelles s'articule le programme servent de support à la construction d'une culture scientifique et technologique en classe de $4^{ème}$; elles sont bien entendu au service de l'acquisition des savoirs et de la maîtrise des savoir-faire dans le respect d'attitudes formatrices et responsables.

Introduction

Dans le prolongement de l'école primaire, après la phase de sensibilisation et l'approche phénoménologique de la classe de cinquième, le programme de la classe de quatrième aborde des grandeurs et des lois de l'électricité. Il introduit la notion de molécule pour expliquer notamment les états physiques de la matière et les transformations physiques ; les transformations chimiques sont interprétées en utilisant la notion d'atome.

L'enseignement reste orienté vers l'expérimentation 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).

Par un questionnement judicieux, les séances introductives doivent permettre l'émergence des représentations préalables des élèves.

En complément de l'étude de l'eau en cinquième, l'étude de l'air, dans la partie A. (de l'air qui nous entoure à la molécule), conduit à introduire la notion de molécule.

La partie B. (les lois du courant continu) s'appuie sur des mesures d'intensité, de tension et de résistance. La loi d'Ohm est étudiée à ce niveau.

La partie C. (la lumière : couleurs et images ; émission, propagation et réception de signaux) prolonge le programme de cinquième par la notion de couleur. La formation d'images à travers une lentille convergente et le rôle de l'œil viennent compléter cette étude. L'étude succincte de la propagation et de la vitesse de signaux tels que la lumière et le son permet de généraliser la notion fondamentale de « signal » pour la transmission de l'information.

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

Certaines parties du programme peuvent être traitées 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).

A - De l'air qui nous entoure à la molécule

Durée conseillée : 10 semaines

Cette partie a pour objet d'introduire dans un premier temps la molécule à partir de deux exemples : l'eau, déjà étudiée en classe de cinquième et l'air, abordé en classe de quatrième. Elle permet notamment de réinvestir les notions sur l'eau vues en classe de cinquième concernant la distinction entre mélanges et corps purs, les changements d'état et la conservation de la masse lors de ces changements d'état. Dans un second temps, elle conduit, en s'appuyant sur les combustions, à l'étude des transformations chimiques et à leur interprétation atomique.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
COMPOSITION DE L'AIR ***De quoi est composé l'air que nous respirons ? Est-il un corps pur ?***		
L'air est un mélange de dioxygène et diazote. Le dioxygène est nécessaire à la vie. *Une fumée est constituée de micro-particules solides en suspension.*		Étude de documents sur l'atmosphère et la composition de l'air, sur la respiration. [B2i] Enquête sur la pollution atmosphérique et ses conséquences : problèmes respiratoires, effet de serre et réchauffement de la Terre, trou dans la couche d'ozone…, part de responsabilité individuelle et collective… Rédaction d'un compte-rendu de l'enquête.
*[**Thème** : Environnement et développement durable (la pollution atmosphérique) ; Santé (troubles liés à un air « non pur »[1])]* *[**Technologie** : Énergie et environnement ; (effet de serre, énergies renouvelables)]* *[**Géographie** : l'atmosphère]* *[**SVT** : respiration]*		
VOLUME ET MASSE DE L'AIR ***L'air a-t-il un volume propre ? A-t-il une masse ?***		
L'état gazeux est un des états de la matière. Un gaz est compressible.	Interpréter une expérience par la matérialité de l'air. Mettre en évidence le caractère compressible d'un gaz.	Compression de l'air contenu dans un piston ou une seringue, associée à la mesure de sa pression.
	Utiliser un capteur de pression.	
Unités de volume et de masse 1 L = 1 dm^3 ; 1 mL = 1 cm^3.	Maîtriser les unités et les associer aux grandeurs correspondantes.	
Un litre d'air a une masse de l'ordre du gramme dans les conditions usuelles de température et de pression. Un volume donné de gaz possède une masse.	Mesurer des volumes ; mesurer des masses.	*Dégonflage ou gonflage d'un ballon à volume constant associé à la mesure de sa masse.*
*[**Thème** : Météorologie et climatologie]* *[**Mathématiques** : grandeurs et mesures]* *[**Technologie** : Architecture et cadre de vie ; Énergie et environnement]*		

[1] Les troubles liés à un air « non pur », c'est à dire dont la composition s'éloigne des proportions standard, seront évoqués en relation avec le thème de convergence relatif à la santé.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
UNE DESCRIPTION MOLÉCULAIRE POUR COMPRENDRE		
Un modèle particulaire pour interpréter : - la compressibilité d'un gaz ; - la distinction entre mélange et corps pur pour l'air et la vapeur d'eau ; - la conservation de la masse lors des mélanges en solutions aqueuses et des changements d'état de l'eau. L'existence de la molécule. Les trois états de l'eau à travers la description moléculaire : - l'état gazeux est dispersé et désordonné ; - l'état liquide est compact et désordonné ; - l'état solide est compact ; les solides cristallins sont ordonnés.	Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter : - la compressibilité d'un gaz ; - les différences entre corps purs et mélanges ; - les différences entre les trois états physiques de l'eau ; - la conservation de la masse lors des mélanges en solutions aqueuses et des changements d'état de l'eau ; *- la non compressibilité de l'eau ;* *- la diffusion d'un gaz dans l'air ou d'un soluté dans l'eau.*	Etude documentaire sur l'histoire du modèle moléculaire. [B2i]
		Réalisation de mélanges en solutions aqueuses pour vérifier la conservation de la masse. *Mise en évidence de la non compressibilité de l'eau.* *Mise en évidence de la diffusion d'un gaz odorant (parfum) dans l'air ou d'un colorant dans l'eau.*
	Percevoir les différences entre réalité et simulation.	*Observation et analyse de simulations concernant l'agitation moléculaire dans les liquides et les gaz.*
*[**Histoire des sciences** : De l'évolution du modèle moléculaire à la réalité de la molécule]* *[**SVT** : solidification du magma]*		
LES COMBUSTIONS ***Qu'est-ce que brûler ?***		
Une combustion nécessite la présence de réactifs (combustible et *comburant*) qui sont consommés au cours de la combustion ; de nouveaux produits se forment.		
La combustion du carbone nécessite du dioxygène et produit du dioxyde de carbone.	Réaliser, décrire et schématiser la combustion du carbone dans le dioxygène.	Réalisation de quelques transformations avec du dioxygène et caractérisation des produits formés :
Test du dioxyde de carbone : le dioxyde de carbone réagit avec l'eau de chaux pour donner un précipité de carbonate de calcium.	*Réaliser le test de reconnaissance du dioxyde de carbone.* Identifier lors de la transformation les réactifs (avant transformation) et les produits (après transformation).	- combustion du carbone (morceau de fusain) dans le dioxygène, test du dioxyde de carbone, précipité de *carbonate de calcium* ; - combustion du butane et/ou du méthane, test du dioxyde de carbone et de l'eau formés.
La combustion du butane et/ou du méthane dans l'air nécessite du dioxygène et produit du dioxyde de carbone et de l'eau. Ces combustions libèrent de l'énergie.	Réaliser, décrire et schématiser la combustion du butane et/ou du méthane dans l'air.	
Certaines combustions incomplètes peuvent être dangereuses.		Étude documentaire [B2i] : - danger des combustions incomplètes *et des combustions explosives ;* *- effets sur l'organisme humain du monoxyde de carbone ;* *(prévention des accidents et des incendies, consignes en cas d'accident et d'incendie).*

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
LES ATOMES POUR COMPRENDRE LA TRANSFORMATION CHIMIQUE		
Lors des combustions, la disparition de tout ou partie des réactifs et la formation de produits correspondent à un réarrangement d'atomes au sein de nouvelles molécules.	Réaliser des modèles moléculaires pour les réactifs et les produits des combustions du carbone, du butane et/ou du méthane (aspect qualitatif et aspect quantitatif).	Illustration à l'aide de modèles moléculaires compacts ou de simulations des réactifs et des produits des deux ou trois réactions chimiques suivantes : - carbone + dioxygène → dioxyde de carbone ; - butane + dioxygène → dioxyde de carbone + eau ; - méthane + dioxygène →dioxyde de carbone + eau.
Les atomes sont représentés par des symboles, les molécules par des formules (O_2, H_2O, CO_2, C_4H_{10} et/ou CH_4). L'équation de la réaction précise le sens de la transformation. Les atomes présents dans les produits (formés) sont de même nature et en même nombre que dans les réactifs.	Utiliser les langages scientifiques à l'écrit et à l'oral pour interpréter les formules chimiques Écrire les équations de réaction pour les combustions du carbone, du butane et/ou du méthane et expliquer leur signification (les atomes présents dans les produits formés sont de même nature et en même nombre que dans les réactifs).	Utilisation d'un logiciel de présentation de molécules. [B2i]
La masse totale est conservée au cours d'une transformation chimique.		Illustration de la conservation de la masse sur l'exemple de la réaction, en flacon étanche, du carbonate de calcium avec de l'eau acidifiée.
*[**Technologie** : les matériaux]*		

Commentaires

L'enseignant s'attache à faire mémoriser que l'air est constitué d'environ 20 % de dioxygène et de 80 % de diazote en volume.
L'élève ne mémorise que l'ordre de grandeur de la masse d'un litre d'air dans les conditions usuelles de température et de pression ; l'enseignant garde à l'esprit que la valeur de 1,2 g par litre correspond à une température de 20 °C et celle de 1,3 g par litre à 0 °C sous une pression de $1{,}0 \times 10^5$ Pa.

En ce qui concerne la description moléculaire de la matière, le professeur se rappelle que les concepts de molécule et d'atome, initialement imaginés comme des *modèles* [2] susceptibles de rendre compte de propriétés macroscopiques de la matière ont acquis progressivement de la fin du dix-neuvième siècle à nos jours le statut de véritables *objets* microscopiques. On réalise des jets moléculaires et des jets atomiques ; depuis la fin du vingtième siècle, on parvient même à véritablement manipuler, en les déplaçant un à un, des atomes dont on sait par ailleurs obtenir des images.
Une difficulté de l'enseignement dans ce domaine provient de l'existence de divers *niveaux de description*. Les connaissances acquises à ce jour permettent de se représenter ces objets microscopiques par des emboîtements successifs, à l'image de « poupées russes » : la molécule est constituée d'atomes, l'atome comporte un noyau et des électrons, le noyau est composé de protons et de neutrons, etc. Chacun de ces niveaux de description correspond à un stade historique du développement des connaissances scientifiques.
D'un point de vue pédagogique, le professeur limite cette description, à chaque niveau d'enseignement, au palier (ou à l'échelon) qui est suffisant pour l'interprétation des phénomènes pris en compte. Ainsi, le fait que les molécules puissent être décrites comme des assemblages d'atomes ne joue pas de rôle tant que l'on ne décrit pas de réactions chimiques. Le professeur garde en mémoire que ce niveau de description n'apporte rien dans l'explication d'un changement d'état par exemple. L'enseignant indique qu'un long processus historique a conduit à proposer une description des solides, des liquides et des gaz comme un assemblage de « grains de matière » qu'à titre provisoire et dans le cadre du programme, on désigne sous le nom de molécules[3] ; il souligne ainsi les progrès de la connaissance scientifique et montre l'intérêt de l'histoire des sciences.

Il est recommandé d'utiliser des modèles compacts, représentations plus fidèles des structures microscopiques. Les atomes sont représentés comme des sphères. Certains sont différenciés symboliquement par une couleur de représentation. Ils sont distingués par ailleurs par un symbole : aucune connaissance de leur structure n'est apportée à ce niveau. Le professeur garde à l'esprit que les opérations de désassemblage et de réassemblage des atomes au cours des manipulations de modèles compacts ne correspondent pas, en général, à de véritables mécanismes réactionnels qui ne sont étudiés actuellement qu'au niveau post-baccalauréat de l'enseignement général. L'écriture d'équations de réactions est strictement limitée aux deux ou trois combustions étudiées.
La mole (concept, grandeur et unité de quantité de matière) est hors programme.
Dans le cadre de l'étude des combustions, l'enseignant attirera l'attention des élèves sur le fait que pour éteindre un feu il est nécessaire de supprimer l'une des pointes du triangle du feu (combustible, comburant, température) : fermer la bouteille de gaz, étouffer, refroidir…
L'étude des transformations chimiques souligne l'universalité de la conservation de la masse. Au cours de transformations physiques (changements d'état), cette conservation découle de la conservation des molécules. Pour les transformations chimiques, elle résulte de la conservation des atomes. Dans le contexte de cette affirmation, il faut entendre le mot « atome » dans son sens le plus général : soit cortège électronique complet, soit cortège électronique privé ou

[2] Un modèle ne prétend pas décrire une réalité objective. Il possède seulement une valeur explicative et prédictive limitée dans un champ d'application déterminé, à un instant donné des connaissances, ce qui, à cet instant, explique son intérêt.

[3] Pour ce premier modèle microscopique de la matière, une difficulté de vocabulaire vient du fait qu'une description élaborée représente les solides métalliques et les cristaux ioniques ainsi que le liquide qui résulte de leur fusion comme étant constitués d'ions, concept qui ne sera abordé qu'en classe de troisième. Cette distinction ne joue pas un rôle essentiel dans un premier stade de l'utilisation du modèle et n'a pas à être mentionnée.

enrichi d'électrons (ions). La compréhension claire de cette loi de conservation de la masse doit être considérée comme un acquis fondamental de cette partie du programme. Elle prépare les élèves à l'étude d'autres grandes lois de conservation, celle de la charge électrique par exemple. Par ailleurs, elle introduit une idée qui est à la base du respect raisonné de l'environnement.
Il est à noter que ce chapitre permet de revenir sur la distinction entre mélanges et corps purs et sur les tests de caractérisation de l'eau et du dioxyde de carbone vus en classe de cinquième.

Par ailleurs, pour assurer la cohérence avec le vocabulaire employé au lycée, on privilégie, dans un contexte pertinent, le terme de « transformation » chimique par rapport à celui de « réaction » chimique.

B - Les lois du courant continu

Durée conseillée : 10 semaines

B1 - Intensité et tension

Cette partie a pour objet d'introduire les lois du courant continu à partir de mesures d'intensité de courants électriques et de tension électrique réalisées par les élèves eux-mêmes dans le cadre d'une démarche d'investigation.

Elle prolonge l'approche qualitative des circuits vue à l'école primaire et en classe de cinquième.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
INTENSITÉ ET TENSION : DEUX GRANDEURS ÉLECTRIQUES ISSUES DE LA MESURE		
Quelles grandeurs électriques peut-on mesurer dans un circuit ?		
L'intensité d'un courant électrique se mesure avec un ampèremètre branché en série. Unité d'intensité : l'ampère Symbole normalisé de l'ampèremètre.	Brancher un multimètre utilisé en ampèremètre et mesurer une intensité. Schématiser le circuit et le mode de branchement du multimètre pour mesurer une intensité positive.	Prévision du comportement qualitatif de circuits comportant des dipôles en série et en dérivation, ouverts ou fermés. Mesure d'une intensité avec un multimètre numérique, *avec un capteur éventuellement.*
La tension électrique aux bornes d'un dipôle se mesure avec un voltmètre branché en dérivation à ses bornes. Unité de tension : le volt. Symbole normalisé du voltmètre. *Notion de branche et de nœud.* *Il peut y avoir une tension entre deux points entre lesquels ne passe aucun courant ; un dipôle peut être parcouru par un courant sans tension notable entre ses bornes.*	Brancher un multimètre utilisé en voltmètre et mesurer une tension. Schématiser le circuit et le mode de branchement du multimètre pour mesurer une tension positive. Repérer sur un schéma ou sur un circuit les différentes branches (principale et dérivées) et les nœuds éventuels. Identifier les bornes d'une pile, mettre en évidence la tension entre ses bornes en circuit ouvert.	Mesure d'une tension avec un multimètre numérique, *avec un capteur éventuellement.* Présentation des règles d'utilisation d'un multimètre pour réaliser des mesures de tension et d'intensité.
Lois d'unicité de l'intensité en courant continu dans un circuit série et d'additivité de l'intensité dans un circuit comportant des dérivations.	Vérifier l'unicité de l'intensité en courant continu dans un circuit série et l'additivité de l'intensité dans un circuit comportant des dérivations.	Mise en évidence expérimentale des lois concernant l'intensité : - unicité dans un circuit en boucle simple ; - additivité pour un circuit comportant des dérivations.
Lois d'additivité des tensions dans un circuit série et d'égalité des tensions aux bornes de deux dipôles en dérivation.	*Vérifier l'additivité de la tension dans un circuit série.*	Mise en évidence expérimentale des lois concernant la tension : - égalité des tensions aux bornes de deux dipôles en dérivation ; *- additivité des tensions le long d'un circuit série.*
Le comportement d'un circuit série est indépendant de l'ordre des dipôles qui le constituent. *Caractère universel (indépendant de l'objet) des lois précédentes.*		Mise en évidence expérimentale du fait que si l'on change l'ordre des éléments d'un circuit en boucle simple, on ne change aucune des valeurs des grandeurs (tension aux bornes et intensité) qui les concernent. De même, mise en évidence expérimentale du fait qu'en changeant le circuit, par exemple en rajoutant une lampe en série, les valeurs des grandeurs changent mais les lois demeurent.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
Pour fonctionner normalement, un dipôle doit être adapté au générateur utilisé. *Intensité et tension nominales* *Surtension et sous-tension.*	*Prévoir le fonctionnement d'une lampe connaissant sa tension nominale et la tension du générateur branché à ses bornes.* *Interpréter en termes de tension ou d'intensité l'éclat d'une lampe dont on connaît les valeurs nominales.*	Choix, dans un assortiment de lampes, de celles que l'on peut alimenter avec une pile donnée.
*[**Thème :** Sécurité ; Pensée statistique]* *[**Technologie :** environnement et énergie]* *[**Mathématiques :** notation scientifique, ordre de grandeur ; organisation et gestion de données]* *[**Histoire des sciences :** les travaux d'Ampère ; les travaux de Volta]*		

Commentaires :

L'approche des deux grandeurs intensité du courant électrique et tension électrique est opératoire. De façon qualitative, puis quantitative, sans que cette étude conduise à des exercices calculatoires, l'enseignant amène l'élève à identifier deux grandeurs qui se différencient par le fait qu'elles obéissent à des lois différentes :
- le long d'un circuit série : unicité de l'intensité d'un courant continu, additivité pour la tension électrique ;
- pour un circuit avec des dérivations : unicité de la tension électrique entre deux nœuds et additivité des intensités des courants électriques.

Cette différence se manifeste en particulier dans deux cas extrêmes :
- quand U est nul et I différent de zéro (fil de connexion branché dans un circuit et traité comme un dipôle) ;
- quand I est nul et U différent de zéro (interrupteur ouvert, diode en inverse).

Un circuit électrique est un ensemble d'éléments reliés entre eux dont chacun contribue au comportement global du circuit. Dans une branche, l'ordre des éléments n'a pas d'importance sur les valeurs de l'intensité du courant électrique traversant chaque dipôle et des tensions aux bornes de chacun d'eux. Sur les schémas électriques les multimètres sont représentés de façon à ce que les résultats qu'ils affichent soient positifs.

L'activité de schématisation prend ici une place tout particulièrement importante dans cette partie du programme : les élèves y manipulent des représentations symboliques codées, ce qu'ils ont encore peu réalisé.

B2 - Un dipôle : la résistance

Cette partie a pour objet d'introduire la loi d'Ohm à partir du dipôle résistance sans oublier son importance dans le domaine énergétique. Le professeur garde présent à l'esprit que la résistance au sens usuel du laboratoire ou du marchand de composants est un objet (dipôle) tandis que la grandeur qui porte le même nom fait référence au comportement ohmique de cet objet. C'est en raison de cette double acception que le mot « résistance » est ici entre guillemets.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
LA « RÉSISTANCE » ***Quelle est l'influence d'une « résistance » dans un circuit électrique série ?***		
Pour un générateur donné, dans un circuit électrique série : . l'intensité du courant électrique dépend de la valeur de la « résistance » ; . plus la « résistance » est grande, plus l'intensité du courant électrique est petite ; . l'intensité du courant ne dépend pas de la place de la « résistance ». L'ohm (Ω) est l'unité de résistance électrique du SI.	Observer expérimentalement l'influence de la résistance électrique sur la valeur de l'intensité du courant électrique. Utiliser un multimètre en ohmmètre.	À partir d'un questionnement, aboutir à la mesure de l'intensité d'un courant électrique traversant des « résistances » différentes alimentées par un même générateur dans un circuit série. Utilisation d'un multimètre en ohmmètre.
Le générateur fournit de l'énergie à la résistance qui la transfère essentiellement à l'extérieur sous forme de chaleur (transfert thermique).		*Recherche documentaire sur les appareils électriques domestiques chauffants (radiateur, grille-pain, sèche cheveux, fer à repasser…).* Comportement du filament d'une lampe à incandescence soumis à différentes tensions.
*[**Mathématiques :** notation scientifique, ordre de grandeur]* *[**Thème :** Énergie]*		

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
LA LOI D'OHM ***Comment varie l'intensité du courant électrique dans une « résistance » quand on augmente la tension électrique à ses bornes ?***		
Énoncé de la loi d'Ohm et relation la traduisant en précisant les unités. *Un dipôle ohmique satisfait à la loi d'Ohm ; il est caractérisé par une grandeur appelée résistance électrique.* *Le générateur fournit de l'énergie au dipôle ohmique qui s'échauffe et transfère l'énergie reçue à l'extérieur sous forme de chaleur (transfert thermique).* *Sécurité : coupe-circuit.*	*Schématiser puis réaliser un montage permettant d'aboutir à la caractéristique d'un dipôle ohmique. Présenter les résultats des mesures sous forme de tableau.* *Tracer et exploiter la caractéristique d'un dipôle ohmique.* *Utiliser la loi d'Ohm pour déterminer l'intensité du courant dans une « résistance » connaissant sa valeur et celle de la tension appliquée à ses bornes.*	*Construction point par point de la caractéristique d'une « résistance ».* *Construction à l'aide d'un tableur-grapheur de la caractéristique d'une « résistance » [B2i]* *Acquisition de cette même caractéristique à l'ordinateur.*
*[**Mathématiques :** tableau de données, représentations graphiques et proportionnalité, grandeur quotient]* *[**Histoire des sciences :** qu'est-ce qu'une loi ?]* *[**Thème :** Sécurité ; Énergie]* *[**Technologie :** architecture et habitat, domotique ; environnement et énergie (réalisation d'un produit)]*		

Commentaires :

Pour les applications concernant les appareils électriques domestiques chauffants, l'enseignant garde à l'esprit que les installations domestiques sont alimentées en « alternatif ».

L'étude des notions de circuit, de tension, d'intensité de courant électrique et de dipôle est ici prolongée par la mise en évidence d'un lien simple entre l'intensité du courant et la tension électriques pour un dipôle particulier déjà rencontré en cinquième.
L'expérimentation est effectuée en courant continu.
L'étude des associations de résistances est hors programme.
Un dipôle est dit ohmique si sa caractéristique est de la forme

U = R.I, R étant un paramètre qui caractérise le dipôle dans des conditions physiques déterminées. La résistance R étant en particulier fonction de la température, on utilise ces dipôles en évitant qu'ils ne s'échauffent. En effet, on n'obtient plus une caractéristique rectiligne si l'on soumet un dipôle ohmique à des tensions qui engendrent un échauffement non négligeable. Ainsi, le fait que le tracé expérimental de la caractéristique U = f (I) d'un filament de lampe à incandescence ne soit pas une droite ne doit pas être considéré comme une limite du modèle ohmique : elle est la traduction de la variation de la résistance en fonction de la température.
Dans le cadre d'un recours à l'informatique pour le tracé de la caractéristique d'un dipôle ohmique, l'élève peut saisir les données au clavier et les traiter à l'aide d'un tableur-grapheur (compétences attendues dans le B2i collège). Le professeur garde présent à l'esprit que l'acquisition de données par les capteurs relève plus des programmes du lycée que du collège, bien que cette acquisition ne soit pas interdite si le niveau de la classe s'y prête.
Le fonctionnement d'un fusible est une première occasion de constater la conversion d'énergie électrique sous forme thermique (effet Joule). L'énergie est définie à ce stade, et ce dans la continuité de l'enseignement primaire, de façon qualitative. Dans le cas présent, cette conversion se manifeste d'une part par un transfert thermique qui peut être détecté par un échauffement, voire par une fusion, d'autre part par un rayonnement.

La lumière : couleurs et images ; propagation de signaux

Durée conseillée : 10 semaines

C1 - Lumières colorées et couleur des objets

Le monde qui entoure l'élève est un monde coloré. Cette rubrique, qui constitue une première approche de la couleur abordée également en arts graphiques, est un terrain favorable pour une importante activité d'expérimentation raisonnée.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
LUMIERES COLORÉES ET COULEUR DES OBJETS		
Comment obtenir des lumières colorées?		
La lumière blanche est composée de lumières colorées. *La lumière blanche peut être décomposée à l'aide d'un prisme ou d'un réseau : on obtient un (ou des) spectre(s) continu(s) de lumière.*	*Réaliser la décomposition de la lumière en utilisant un prisme ou un réseau.*	Réalisation d'un spectre continu.
Éclairé en lumière blanche, un filtre permet d'obtenir une lumière colorée par absorption d'une partie du spectre visible.	Utiliser des filtres pour obtenir des lumières colorées.	Obtention de lumières colorées avec des filtres. Diffusion d'une lumière colorée par un écran coloré éclairé en lumière blanche.
Des lumières de couleurs bleue, rouge et verte permettent de reconstituer des lumières colorées et la lumière blanche par synthèse additive.	*Obtenir des lumières colorées par superposition de lumières colorées.*	Obtention de lumières colorées par superposition de lumières colorées. *Activités documentaires :* *utilisation de la synthèse additive des couleurs (écrans de télévision et d'ordinateurs).* *Utilisation de logiciels de simulation pour la synthèse additive des lumières colorées.* *[B2i]*
La couleur perçue lorsqu'on observe un objet dépend de la lumière diffusée par cet objet, donc de la lumière qu'il reçoit et de la lumière qu'il absorbe. En absorbant la lumière, la matière reçoit de l'énergie. Elle s'échauffe et transfère une partie de l'énergie reçue à l'extérieur sous forme de chaleur.	Réaliser des expériences mettant en jeu des lumières, des écrans, des filtres pour mettre en évidence le fait que la couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il reçoit et de la lumière qu'il absorbe.	Mise en évidence de l'influence de la lumière incidente et de l'objet diffusant sur la couleur perçue en observant celui-ci, en utilisant des lumières, des écrans, des filtres. Activités documentaires : *- utilisation des filtres colorés ;* *- éclairages de scènes, jeux de lumière…* *Recherche documentaire :* *- présentation des récepteurs de la vision diurne.*
***[Arts graphiques** : la couleur]* ***[Technologie** : architecture et habitat, design et produit, les matériaux]* ***[Histoire des sciences** : le trichromatisme]* ***[Thème** : Énergie]*		

Commentaires :

Le thème de la couleur peut être développé à l'aide de spectres de lumières blanches ou filtrées. Il est intéressant de remarquer qu'un objet diffusant[4] absorbe une partie de la lumière reçue et se comporte donc, de ce point de vue, comme un filtre. Cependant, la compréhension de cette analogie n'est pas exigible. Les manipulations avec écrans diffusants colorés permettent de donner une première idée des facteurs intervenant dans la couleur perçue lorsqu'on regarde un objet.

Dans cette étude de la couleur, l'enseignant évite des expressions abrégées telles que «le vert», «le rouge». En effet, celles-ci peuvent correspondre aussi bien à des lumières colorées qu'à des pigments. Elles risquent de renforcer l'idée que la couleur est une matière et de conduire à des confusions. En ce qui concerne l'obtention de diverses teintes de lumière par superposition de faisceaux colorés, il s'agit simplement d'utiliser des « lumières primaires » (rouge, bleu, vert) bien précises pour obtenir des lumières secondaires et du blanc par synthèse additive de ces couleurs primaires. La synthèse soustractive est hors programme.

On pourra signaler que le choix « rouge, bleu, vert » est arbitraire : il existe bien d'autres combinaisons possibles mais on retient ici celle qui est mise en œuvre dans la télévision (luminophores). Il existe de nombreux logiciels de simulation pour la synthèse additive ; ils peuvent être utilisés, mais cela ne peut pas remplacer les manipulations faites par les élèves eux-mêmes.

Le rôle d'un filtre, la couleur d'un objet sont interprétés par l'absorption de certaines radiations lors de leur éclairage en lumière blanche ou en lumière colorée. L'expression synthèse soustractive n'est cependant pas au programme.

L'enseignant garde en mémoire que l'absorption de lumière s'accompagne d'un rayonnement de la matière et peut aussi déclencher une réaction photochimique.

[4] On rappelle l'idée, vue en classe de cinquième, selon laquelle les objets diffusants renvoient la lumière dans toutes les directions. On peut signaler la distinction entre diffusion et réflexion, mais sans aucun développement. Les propriétés de la réflexion sont hors programme

C2 - Que se passe-t-il quand la lumière traverse une lentille ?

Dans le prolongement de la problématique introduite en classe de cinquième « comment éclairer et voir ? » et « comment a-t-on la perception de notre environnement par nos yeux ? », cette rubrique propose une première analyse de la formation des images

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
LENTILLES MINCES : FOYERS ET IMAGES		
Comment obtient-on une image à l'aide d'une lentille mince convergente ?		
Dans certaines positions de l'objet par rapport à la lentille, une lentille convergente permet d'obtenir une image sur un écran.	Obtenir avec une lentille convergente l'image d'un objet sur un écran.	Réception d'images sur des écrans diffusants.
Il existe deux types de lentilles minces, convergente et divergente.	Distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente.	Lentilles à bords minces et bords épais. Analyse de l'effet d'une lentille convergente ou divergente sur un faisceau de lumière parallèle. *Utilisation d'un logiciel montrant le trajet des faisceaux de lumière.* [B2i] *Recherche documentaire et présentation : histoire de l'invention de la lentille.*
		Visualisation du foyer de différentes lentilles minces convergentes et mesure de leurs distances focales.
Une lentille mince convergente concentre pour une source éloignée l'énergie lumineuse en son foyer. Sécurité : danger de l'observation directe du soleil à travers une lentille convergente.	Trouver expérimentalement le foyer d'une lentille convergente et estimer sa distance focale.	*Mise en place d'une sonde de température ou d'une feuille de papier placée au foyer d'une lentille convergente éclairée par le Soleil ; étymologie du mot foyer.* *Recherche documentaire :* *risque d'incendie avec un tesson de bouteille en forêt.*
La vision résulte de la formation d'une image sur la rétine, interprétée par le cerveau.	Identifier les éléments de l'œil sur un modèle élémentaire (ensemble des parties transparentes de l'œil/ lentille, rétine/écran).	Utilisation d'une maquette (ou d'un banc d'optique) modélisant l'œil ou d'un logiciel de simulation pour montrer la formation d'images sur la rétine *et les corrections éventuelles de l'œil.*
Les verres correcteurs et les lentilles de contact correctrices sont des lentilles convergentes ou divergentes.	*Réaliser des expériences pour expliquer et corriger les défauts de l'œil (myopie, hypermétropie).*	
*[**Thème** : Sécurité, Énergie]* *[**SVT** : organe sensoriel = récepteur, observation à l'œil nu, à la loupe (classe de 4ème)]* *[**Arts plastiques** : l'image]*		

Commentaires :

Les seules images étudiées sont des images réelles. Les expressions image réelle et image virtuelle ne sont pas introduites.
L'étude, essentiellement expérimentale, des lentilles minces convergentes se fait en exploitant les éléments conceptuels introduits en cinquième : pour être vu un objet doit envoyer de la lumière dans l'œil ; sauf obstacle, changement de milieu, milieu non homogène… la lumière se propage en ligne droite ; un écran blanc éclairé en lumière blanche, diffuse de la lumière blanche dans toutes les directions. La construction géométrique d'image est hors programme.
Le mot image en optique correspond à l'expression « image nette » dans le langage courant.
On mentionne le foyer et la distance focale à propos de la concentration de l'énergie[5] issue d'une source éloignée. L'enseignant garde à l'esprit qu'il s'agit ici du foyer principal image F'. Cette propriété de concentrer l'énergie issue d'une source lointaine est un des éléments permettant de distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente. L'enseignant attire l'attention des élèves sur le fait qu'ils ne doivent jamais observer le soleil directement à travers une lentille convergente ou à l'œil nu.
Il peut faire observer une image réelle sur un écran translucide, puis, l'œil étant bien placé, faire remarquer que l'écran est inutile et que l'image est visible « directement » même en lumière ambiante (on facilite l'accommodation en conservant un repère là où se trouvait l'écran).
L'utilisation éventuelle d'une maquette modélisant l'œil peut permettre de comprendre que voir, c'est obtenir une image sur la rétine. Cette maquette pourra être réalisée en classe. Dans le cas où la maquette se réduit à une lentille mince, on évite d'affirmer que celle-ci s'identifie au cristallin de l'œil car l'œil est un système optique épais et complexe dans lequel la cornée et l'humeur vitrée jouent un rôle important : on utilise plutôt le terme « lentille équivalente à l'œil ». Cette maquette sert aussi à présenter les corrections des défauts de l'œil qui seront limités à la myopie et l'hypermétropie.
Le professeur ne s'interdira pas, en réponse à la curiosité des élèves, d'utiliser avec eux une lunette astronomique ou un télescope pour observer des objets lointains tout en précisant aux élèves que ces instruments ne comportent pas qu'une seule lentille.

[5] Les sources lumineuses émettent un rayonnement qui est transmis à travers l'air ambiant et même dans le cas du Soleil, à travers le vide interplanétaire. À l'arrivée sur une surface, l'énergie transportée par ce rayonnement peut être pour une part réfléchie et diffusée, pour une autre transférée sous forme thermique à la surface de celle-ci.

C3 - Vitesses de la lumière et du son ; propagation de signaux

Les élèves ont revu en cinquième que la lumière se propage en ligne droite.
L'introduction de la vitesse de la lumière permet de définir la notion de vitesse et de travailler les puissances de 10 et les ordres de grandeur. C'est aussi l'occasion d'aborder un autre exemple de relation de proportionnalité.

L'enseignant introduit en complément la vitesse du son en utilisant l'exemple de l'orage.
Ces deux cas particuliers de signaux sont généralisés à la multitude de signaux qui transportent des informations depuis un émetteur jusqu'à un récepteur.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
Dans quels milieux et à quelle vitesse se propage la lumière ?		
La lumière peut se propager dans le vide et dans des milieux transparents comme l'air, l'eau et le verre. Vitesse de la lumière dans le vide (3×10^8 m/s ou 300 000 km/s).	Faire des calculs entre distance, vitesse et durée.	Études documentaires : *- détermination historique de la valeur de la vitesse de la lumière ;* *- recherche des valeurs de la vitesse de la lumière dans des milieux transparents usuels (eau, verre…) : comparaison avec celle dans le vide et l'air.* *[B2i]*
Ordres de grandeur de distances de la Terre à quelques étoiles et galaxies dans l'Univers ou des durées de propagation de la lumière correspondantes.		
Dans quels milieux et à quelle vitesse se propage le son ?		
Le son se propage dans les milieux matériels (solide, liquide et gaz) ; *il ne se propage pas dans le vide.* *Ordre de grandeur de la vitesse du son dans l'air : 340 m/s.*	Expliquer le décalage temporel entre le tonnerre et l'éclair lors de la foudre. *Faire des calculs entre distance, vitesse et durée.*	Comparaison des durées de propagation du son (tonnerre) et de la lumière (éclair) lors d'un orage. *Expérience de la sonnette dans une cloche où on fait un vide partiel (possible séquence audiovisuelle).*
Les sons trop intenses ont des conséquences graves sur l'audition.		*Activité documentaire sur les dangers des sons (casque audio, discothèque…).* *Lecture d'un graphique ou tableau montrant les zones de danger pour l'oreille.*
ÉMISSION, PROPAGATION ET RECEPTION DE SIGNAUX		
Un émetteur (source de lumière, source sonore, antenne émettrice) émet un signal (lumineux, sonore, hertzien) qui se propage ; ce signal peut être capté par un récepteur (œil, oreille, antenne réceptrice). L'homme baigne dans une multitude de signaux qui transportent des informations.	Donner des exemples de signaux. Repérer dans une situation donnée l'existence d'une transmission de signal.	Exploitation d'exemples de la vie courante. *Recherche documentaire :* *Les premiers moyens utilisés par l'homme pour échanger des informations à distance : comparaison entre la communication par des phénomènes lumineux et par phénomènes sonores (fumée, sémaphore, phare marin, porte-voix, sirène, télégraphe…).*

Commentaires :

En ce qui concerne la vitesse de la lumière et celle du son, l'enseignant se limitera à des calculs simples non répétitifs. Le recours à l'histoire des sciences est recommandé. Dans un souci de simplification, le choix a été fait d'appeler « vitesse » la célérité de la lumière.

L'émission, la propagation et la réception des signaux sont à traiter de façon générale et succincte, simplement pour induire la nécessité de ces trois « composantes » de la transmission de l'information.

Physique-Chimie

CLASSE DE TROISIÈME

En préambule à ce programme, il convient de se référer aux textes suivants qui se trouvent dans ce BO :

- l'introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques ;
- l'introduction générale des programmes de physique-chimie pour le collège.

Le programme est présenté de manière à mettre en évidence son articulation avec le « socle commun » notamment avec sa composante « culture scientifique et technologique » (compétence 3) :

- ce qui se rapporte au socle est écrit en caractère droit ; le reste du programme est écrit en italique. L'ensemble du programme est à traiter dans son intégralité.
- les colonnes « connaissances », « capacités » et « exemples d'activités » se complètent dans une lecture cohérente horizontale : chaque item met en correspondance les connaissances à acquérir et les capacités à maîtriser afin de mettre en œuvre ces connaissances dans des situations variées, dont certaines sont proposées de façon non obligatoire et non exhaustive dans la colonne « exemples d'activités ». Les connaissances et les capacités précédées par un astérisque sont en cours d'acquisition. Les compétences relevant du brevet informatique et Internet-collège [B2i] sont mentionnées dans la colonne « exemples d'activités ».

Les « capacités » générales dont doit faire preuve l'élève (pratiquer une démarche scientifique, comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes…) ainsi que les « attitudes », développées par l'enseignement de physique-chimie, que l'élève doit progressivement acquérir (sens de l'observation, curiosité, esprit critique , intérêt pour les progrès scientifiques et techniques, observation des règles de sécurité, respect des autres, responsabilité face à l'environnement…), sont présentées dans l'introduction générale des programmes de physique-chimie au collège ; elles n'ont pas été reprises, l'enseignant gardant à l'esprit qu'elles constituent des axes permanents de son enseignement.

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 respecte une progression logique et que tout le programme soit étudié.

Les différentes thématiques autour desquelles s'articule le programme servent de support à la construction d'une culture scientifique et technologique en classe de 3ème ; elles sont bien entendu au service de l'acquisition des savoirs et de la maîtrise des savoir-faire dans le respect d'attitudes formatrices et responsables.

Introduction

Dans la continuité du programme du cycle central, le programme de troisième part de questions que l'élève est susceptible de se poser dans son cadre de vie quotidien et le conduit à élaborer de façon progressive une représentation rationnelle de son environnement.

La rubrique A. La chimie, science de la transformation de la matière constitue la partie " chimie " du programme, les rubriques B. Énergie électrique et circuits électriques en « alternatif » et C. De la gravitation … à l'énergie mécanique en représentant la partie " physique ".

L'unité du programme de troisième se caractérise par des objectifs disciplinaires généraux ainsi que par des objectifs transversaux identiques pour la physique et pour la chimie. Elle se manifeste également dans la nature des concepts théoriques qui sous-tendent les thèmes proposés :

- le concept de charge électrique (ions et électrons) développé dans le paragraphe A1.2 conduction électrique et structure de la matière, conduit à une description de l'atome plus élaborée que celle qui a été abordée en classe de quatrième. Elle est utilisée dans le paragraphe A1.4 pour aborder l'interprétation de la réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique ainsi que dans A.1.5 dans la pile électrochimique.
- le programme de troisième structure et développe les notions relatives à l'énergie qui, bien au-delà de l'enseignement de la physique-chimie, joue un rôle essentiel dans le fonctionnement de nos sociétés. Ces notions, introduites progressivement en cinquième et en quatrième, s'articulent ici autour de différentes formes d'énergie, de ses transferts et de ses conversions (énergie chimique dans la partie A.1.5, électrique dans la partie B.1, mécanique dans la partie C). Elles sensibilisent l'élève, futur citoyen aux ressources renouvelables ou non. La différence entre puissance et énergie est introduite dans la partie B.2 à partir des plaques signalétiques des appareils domestiques.
- la gravitation et sa manifestation sur Terre (le poids) sont introduites qualitativement dans la partie C. Ce programme a été conçu en tenant compte de la progression de l'ensemble des autres disciplines scientifiques. Il contribue à la maîtrise du « socle commun de connaissances et de compétences » et il fournit les éléments de base indispensables à l'enseignement ultérieur de la physique-chimie.

Les liens particulièrement nombreux entre le programme de physique-chimie et ceux des autres disciplines rendent souhaitables des échanges entre les différents enseignants à la fois pour assurer une articulation dans le temps des enseignements et pour faire prendre conscience aux élèves de l'intérêt d'une telle interaction des savoirs.

Certaines parties du programme peuvent être traitées de façon coordonnée entre des professeurs de différentes disciplines en s'appuyant sur les thèmes de convergence qui correspondent à d'importants sujets de sociétés (cf. : thèmes de convergence).

L'enseignement reste orienté vers l'expérimentation par les élèves dans le cadre d'une démarche d'investigation chaque fois que possible. (Cf. : Introduction commune à l'ensemble des disciplines du pôle des sciences, III. Les méthodes). Par un questionnement judicieux, les séances introductives doivent permettre l'émergence des représentations préalables des élèves.

A - La chimie, science de la transformation de la matière

Durée conseillée : 13 semaines

A1 - Métaux, électrons et ions

A1.1 - Des métaux au quotidien

Cette partie est une introduction succincte au thème « Métaux, électrons et ions ». Elle ne doit pas prêter à un développement en classe. Elle doit simplement servir à initier des recherches documentaires personnelles des élèves en autonomie (CDI, salle multimédia, bibliothèque…) qui seront exploitées dans le paragraphe A1.2 conduction électrique et structure de la matière.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
UTILISATION DES MÉTAUX DANS LA VIE QUOTIDIENNE		
Quels sont les métaux les plus couramment utilisés ? Quelles sont leurs principales utilisations ?		
Les métaux les plus couramment utilisés sont le fer, le zinc, l'aluminium, le cuivre, l'argent et l'or	*Reconnaître par quelques tests qualitatifs simples quelques métaux usuels : le fer, le zinc, l'aluminium, le cuivre, l'argent et l'or.*	*Observations directes et/ou expérimentations permettant de distinguer les métaux usuels : couleur, corrosion, attraction ou non par aimant, densité (expériences qualitatives).* Recherches documentaires : - sur les métaux et leur utilisation et sur les fabrications du fer, de l'aluminium et du cuivre ; - sur le tri des métaux dans les entreprises de récupération et centres de tris des déchets. [B2i]
*[**Technologie** : les matériaux]*		

A1.2 - Conduction électrique et structure de la matière

Après avoir étudié dans les classes antérieures les propriétés du courant électrique dans les circuits, l'élève aborde ici la nature de ce courant électrique. C'est d'abord dans les métaux que la nature du courant électrique est abordée puisque l'élève n'a utilisé que de tels conducteurs dans les circuits qu'il a été conduit à construire ; elle s'étend ensuite aux solutions aqueuses.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
L'ELECTRON : COMPRENDRE LA CONDUCTION ELECTRIQUE DANS LES METAUX		
Tous les solides conduisent-ils le courant électrique ?		
Tous les métaux conduisent le courant électrique. *Tous les solides ne conduisent pas le courant électrique.* La conduction du courant électrique dans les métaux s'interprète par un déplacement d'électrons.	Comparer le caractère conducteur de différents solides à l'aide d'un circuit électrique.	Étude expérimentale du caractère conducteur ou non du cuivre et du fer, du sucre, du sel et du sulfate de cuivre solides. *Activité documentaire sur l'histoire de l'électron.*
*[**Technologie** : environnement et énergie : isolants et conducteurs thermiques et électrique]*		
L'ION : COMPRENDRE LA CONDUCTION ÉLECTRIQUE DANS LES SOLUTIONS AQUEUSES		
Toutes les solutions aqueuses conduisent-elles le courant électrique ? D'où proviennent les électrons et les ions mobiles ?		
Toutes les solutions aqueuses ne conduisent pas le courant électrique.		
La conduction du courant électrique dans les solutions aqueuses s'interprète par un déplacement d'ions.	Comparer (qualitativement) le caractère conducteur de l'eau et de diverses solutions aqueuses à l'aide d'un circuit électrique.	Comparer qualitativement le caractère conducteur ou non de l'eau, d'eaux minérales et des solutions obtenues lorsque l'on introduit dans l'eau : - du saccharose ; - du chlorure de sodium ; - du sulfate de cuivre.
Constituants de l'atome : noyau et électrons. Les atomes et les molécules sont électriquement neutres ; l'électron et les ions sont chargés électriquement.	Comparer les ordres de grandeur des dimensions du noyau et de l'atome.	Étude d'un texte historique sur l'atome. [B2i] *Étude de documents (textes ou documents multimédia) illustrant la structure microscopique de matériaux dont en particulier les images obtenues par microscopie électronique.*

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
Le courant électrique est dû à : *- un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant dans un métal ;* *- des déplacements d'ions dans une solution aqueuse*		*Recherche documentaire :* *définition historique du sens de circulation du courant électrique dans un circuit.* *Réalisation d'une expérience de migration d'ions.*
*[**Histoire des sciences** : l'atome]*		

Commentaires :

L'enseignant introduit progressivement la constitution de l'atome par des entrées expérimentales concernant la conduction électronique dans les métaux, une migration d'ions et les conductions comparées de solutions ioniques. L'enseignant fait le lien avec les expériences réalisées en classe de cinquième.
L'objectif des comparaisons de conduction électrique de l'eau et des solutions aqueuses n'est pas de constater la plus ou moins grande conduction en fonction des concentrations mais de permettre l'introduction de la notion d'ions en solution.
L'existence des atomes étant rappelée aux élèves, une introduction historique leur fait prendre conscience que la description de l'atome qui leur est présentée est le fruit des efforts de plusieurs générations de scientifiques ce qui contribue à les sensibiliser à l'intérêt des progrès de la science.
La poursuite de la présentation de l'atome donnée au cycle central conduit à introduire l'électron, particule à la base aussi bien de l'interprétation des propriétés physiques des métaux que de leur réactivité chimique.

Un modèle possède une valeur explicative limitée dans un champ d'application déterminé :
- en un premier temps, le programme de quatrième a introduit une interprétation moléculaire afin d'expliquer les propriétés des liquides, solides et gaz, sans décrire la constitution de la molécule puisque la connaissance de celle-ci ne joue pas un rôle déterminant dans l'explication des propriétés décrites ;
- dans un deuxième temps, et toujours en classe de quatrième, l'interprétation précédente a été améliorée par une présentation de la molécule comme constituée d'atomes, ce qui a permis de donner une interprétation de la réaction chimique sans avoir à décrire la structure interne de l'atome ;
- en classe de troisième, l'enseignant présente l'atome comme constitué d'un noyau entouré d'électrons. La structure de l'atome permet d'abord d'expliquer la conduction du courant électrique dans les métaux. Le concept d'ion permet d'expliquer la conduction dans les solutions aqueuses et la réaction des solutions acides avec les métaux.

La description simple proposée ne prétend pas être une représentation définitive de la réalité : l'élève doit savoir qu'il rencontrera dans la suite de ses études des modèles plus élaborés, plus " performants" en ce sens qu'ils permettent de rendre compte d'un plus grand nombre de faits expérimentaux.
Il n'est pas demandé de donner la composition du noyau. Ce qui importe est de faire mémoriser des caractéristiques de l'atome qu'une étude ultérieure plus approfondie ne remettra pas en cause :
la charge positive de l'atome et sa masse sont concentrées au centre de celui-ci dans une région appelée noyau ;
- la charge négative est répartie dans le cortège électronique qui entoure le noyau ;
- la dimension de l'atome est de l'ordre du dixième de nanomètre ;
- les dimensions du noyau sont environ 100 000 fois inférieures. Les dimensions citées sont de simples ordres de grandeur, à une puissance de dix près. Elles dépendent bien entendu de la nature de l'atome considéré.

La signification des mots "anion" et "cation" peut être donnée si une occasion y incite (lecture d'une étiquette d'eau minérale par exemple) mais elle n'a pas à être connue des élèves.
L'enseignant peut préciser, en s'appuyant sur une expérience de migration des ions, que les ions positifs se déplacent dans le sens conventionnel du courant électrique et les ions négatifs en sens inverse.

A.1.3 - Quelques tests de reconnaissance d'ions

On retrouve ici la notion de test de reconnaissance appliquée à de nouvelles espèces chimiques souvent rencontrées dans ce programme. C'est l'occasion, en liaison avec la reconnaissance des ions hydrogène, d'introduire la notion de pH, premier pas dans l'étude de l'acido-basicité, en utilisant des produits d'utilisation courante.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
TESTS DE RECONNAISSANCE DE QUELQUES IONS		
Comment reconnaître la présence de certains ions en solution ? Que nous apprend la valeur du pH ?		
Les formules des ions Na^+, Cl^-, Cu^{2+}, Fe^{2+} et Fe^{3+}.	Réaliser les tests de reconnaissance des ions Cl^-, Cu^{2+}, Fe^{2+} et Fe^{3+}.	Recherche expérimentale de la nature des ions Cl^-, Cu^{2+}, Fe^{2+} et Fe^{3+} présents dans une solution aqueuse.
Domaines d'acidité et de basicité en solution aqueuse.	Identifier, à l'aide d'une sonde ou par une estimation avec un papier pH, les solutions neutres, acides et basiques.	Etude expérimentale du caractère acide ou basique de boissons et de produits d'entretien. Lecture de pictogrammes de sécurité.
Une solution aqueuse neutre, contient autant d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxyde HO^-. *Dans une solution acide, il y a plus d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxyde HO^-.*	*Observer expérimentalement l'augmentation du pH quand on dilue une solution acide.*	
Les dangers que présentent des produits acides ou basiques concentrés.		Recherches documentaires : s'informer sur les risques présentés par les acides et les bases concentrés.
*[**SVT** : besoins nutritifs, carences alimentaires, en classe de $5^{ème}$ et de $3^{ème}$]* *[**Thèmes** : Sécurité (emploi des solutions acides ou basiques) ; Environnement et développement durable (danger présenté par les solutions trop acides ou trop basiques)]*		

Commentaires :

L'enseignant se limite aux ions cités ; l'écriture des équations de réaction correspondant à ces tests n'est pas au programme.
En ce qui concerne la dilution de solutions acides, l'enseignant limite l'étude à des expériences qualitatives de l'évolution du pH et fait remarquer que la solution reste acide.

La molécule HCl est appelée chlorure d'hydrogène dans la nomenclature systématique - règle de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (UICPA). La terminologie usuelle donne le nom d'acide chlorhydrique à sa solution aqueuse.

A.1.4 - Réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique ; interprétation

Dans la droite ligne de la notion d'ions et du pH, ce paragraphe permet d'aborder des réactions chimiques en milieu aqueux avec mise en jeu d'ions.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
RÉACTION ENTRE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE ET LE FER		
Le fer réagit-il avec l'acide chlorhydrique ?		
Les ions hydrogène et chlorure sont présents dans une solution d'acide chlorhydrique. Critères de reconnaissance d'une transformation chimique : disparition des réactifs et apparition de produits.	Réaliser : - les tests de reconnaissance des ions chlorure et des ions hydrogène ; - la réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique avec mise en évidence des produits. Écrire, avec le nom des espèces en toutes lettres, le bilan de la réaction chimique entre le fer et l'acide chlorhydrique.	Mise en évidence : - de la présence d'ions chlorure par les ions argent et des ions hydrogène par la valeur du pH ; - de la présence des ions fer (II) par les ions hydroxyde et du dihydrogène par inflammation.
*[**Thème** : Sécurité (emploi des solutions acides ou basiques)]* *[**Technologie**: les matériaux]*		

Commentaires :

Bien que dans le cas du fer la réaction avec l'acide chlorhydrique entraîne un changement d'aspect du milieu, une telle constatation est en général insuffisante pour attester du caractère chimique d'une transformation ; des expériences complémentaires sont le plus souvent nécessaires. Une telle analyse ayant été faite, le caractère chimique d'une transformation est en définitive consigné dans l'existence de formules chimiques différentes pour les produits et pour les réactifs : on généralise ainsi la notion de transformation chimique étudiée en classe de quatrième à propos de combustions.
À ce stade, le bilan de la réaction est écrit en toutes lettres :

fer + acide chlorhydrique → dihydrogène + (solution de) chlorure de fer (II).

La mise en évidence parmi les produits de la réaction d'une nouvelle espèce chimique Fe^{2+} , l'ion fer (II), s'interprète par la transformation de l'atome de fer en ion fer (II) mais il n'est pas demandé d'écrire une demi-équation électronique. Plus généralement, l'écriture d'équations de réactions où interviennent des ions, telle l'équation de la réaction entre l'acide chlorhydrique et le fer, n'est pas exigible avec les symboles des espèces.
Il n'est pas utile de soulever le problème de la solvatation des ions.
La mise en évidence du dihydrogène sera réalisée sur une très petite quantité de gaz.

A.1.5 - Pile électrochimique et énergie chimique

De nombreux appareils courants (lampe de poche, télécommande, calculatrice, petits appareils domestiques tels que rasoirs, appareils photographiques, téléphones portables, outils de bricolage…) fonctionnent avec des piles électrochimiques ou avec des accumulateurs. Quelques notions d'énergie chimique sont donc proposées à ce niveau d'enseignement en se limitant aux piles électrochimiques.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
APPROCHE DE L'ÉNERGIE CHIMIQUE : UNE PILE ÉLECTROCHIMIQUE		
Comment une pile peut-elle être une source d'énergie ?		
Les espèces chimiques présentes dans une pile contiennent de l'énergie chimique dont une partie est transférée sous d'autres formes d'énergie lorsqu'elle fonctionne. L'énergie mise en jeu dans une pile provient d'une réaction chimique : la consommation de réactifs entraîne « l'usure » de la pile.	Réaliser, décrire et schématiser la réaction entre une solution aqueuse de sulfate de cuivre et de la poudre de zinc ; *Interpréter l'échauffement du milieu réactionnel comme le résultat de la conversion d'une partie de l'énergie chimique des réactifs en énergie thermique.*	Réaction entre les ions cuivre (II) et le zinc : - par contact direct de la poudre de zinc et de la solution de sulfate de cuivre (II) avec mise en évidence de l'échauffement ; - en plongeant une lame de zinc et une lame de cuivre dans une solution de sulfate de cuivre. *Recherches documentaires :* *- invention de la pile électrochimique ;* *- constituants d'une pile du commerce ;* *- existence de plusieurs modèles de piles : pile à saline, pile alcaline, pile à combustibles.*
***[Histoire des sciences** : piles et ions, en liaison avec la partie A]* *[**SVT** : fonctionnement de l'organisme et besoin en énergie (5ème et 3ème) ; nécessité d'une alimentation équilibrée (3ème).* *[**Thèmes** : Santé (Apports énergétiques équilibrés), énergie, EDD]* *[**Technologie** : environnement et énergie]*		

Commentaires :

La réaction chimique entre une solution de sulfate de cuivre et de la poudre de zinc, par exemple, est l'occasion d'un transfert d'énergie sous forme d'énergie thermique vers le milieu extérieur. Dans une pile électrochimique, l'énergie rendue disponible par la transformation chimique est principalement transférée sous forme d'énergie électrique vers les autres composants du circuit. À noter que la pile va « s'user » ce qui la différencie d'une pile à combustible alimentée en continu en réactifs.
La réalisation de la pile est l'occasion de montrer l'apparition d'une tension, aux bornes des deux lames, capable d'alimenter un dipôle adapté ;
La notion de couples oxydo-réducteur est hors programme.

A2 - SYNTHÈSE D'ESPÈCES CHIMIQUES

Un des objectifs premiers de la chimie est de produire de nouvelles espèces chimiques à partir d'autres ; les notions de corps pur, de transformation chimique, de réactifs et de produits sont ainsi réinvesties.
Le contenu scientifique de la rubrique A2 a été choisi pour que les élèves sachent, à la sortie du collège, que la chimie a aussi un caractère novateur qui consiste :

- soit à synthétiser des espèces chimiques déjà existantes dans la nature, afin d'en abaisser le coût et/ou d'en garantir la disponibilité ;
- soit à créer des espèces chimiques n'existant pas dans la nature, afin d'améliorer les conditions de vie (textiles nouveaux, shampoings et détergents, médicaments, produits de beauté, arômes et colorants, matériaux composites, vernis de synthèse, colles...).

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
SYNTHÈSE D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE EXISTANT DANS LA NATURE		
Peut-on synthétiser l'arôme de banane ?		
La synthèse des espèces chimiques déjà existantes dans la nature permet d'en abaisser le coût et/ou la disponibilité.	Respecter le protocole de la synthèse, effectuée de manière élémentaire de l'acétate d'isoamyle.	Réalisation de la synthèse de l'arôme de banane en respectant les règles de sécurité.
CRÉATION D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE N'EXISTANT PAS DANS LA NATURE		
Peut-on créer de nouvelles espèces chimiques ?		
La synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature permet d'améliorer les conditions de vie. *Le nylon® comme les matières plastiques sont constitués de macromolécules.*	*Respecter le protocole permettant de réaliser la synthèse du nylon® ou d'un savon.*	*En respectant les conditions de sécurité, synthétiser un produit d'usage courant.* *Étude documentaire sur les « créations » de la chimie dans différents domaines : habillement, hygiène, santé, beauté, habitat, sport, transport…* [B2i]
*[**Thèmes** : Santé (distinction entre produit naturel et produit de synthèse) ; Sécurité (emploi des solutions irritantes)]* *[**SVT** : OGM en 3ème]* *[**Technologie** : les matériaux]*		

Commentaires :

Dans cette présentation du caractère créatif de la chimie, l'enseignant n'oublie pas que les transformations chimiques issues des activités humaines peuvent être la source de pollutions diverses mais qu'il est également possible de mettre à profit la chimie pour recycler les matériaux et plus généralement pour restaurer l'environnement
*[**Thème** : Environnement et développement durable].*

La synthèse d'un arôme peut être réalisée de façon élémentaire par les élèves ou de façon plus élaborée par l'enseignant. À cette occasion, l'enseignant fait remarquer que les arômes naturels doivent leur richesse à des mélanges complexes, renfermant quelquefois plus d'une centaine d'espèces chimiques. Les arômes de synthèse sont souvent constitués d'une seule espèce chimique ou d'un mélange simple.

La synthèse de l'arôme de banane est une réaction (de condensation) qui illustre l'une des étapes possibles des réactions de polymérisation qui conduisent à la formation des macromolécules tel le nylon 6-6 qui sera ensuite synthétisé en respectant les règles de sécurité. Le nylon® correspond au nylon 6-6 mais il existe en fait différents nylons qui sont des polyamides. La synthèse d'un savon pourra être réalisée de façon élémentaire par les élèves ; l'enseignant pourra recourir à de la verrerie spécialisée.
On signale l'importance des macromolécules en biologie.

B - ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET CIRCUITS ÉLECTRIQUES EN « ALTERNATIF »

(Durée conseillée : 12 semaines)

L'électricité est omniprésente dans notre vie quotidienne. La finalité de cette partie est d'aborder la notion de tension alternative en partant de la centrale électrique et d'introduire quantitativement puissance et énergie électriques.

L'expression utilisée comme titre de cette rubrique, les circuits électriques en « alternatif », est celle qui est employée dans la vie courante.

B.1 - De la centrale électrique à l'utilisateur

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
DES POSSIBILITÉS DE PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ		
Quel est le point commun des différentes centrales électriques ?		
L'alternateur est la partie commune à toutes les centrales électriques. L'énergie reçue par l'alternateur est convertie en énergie électrique.	Expliquer la production d'énergie électrique par l'alternateur de bicyclette par la transformation de l'énergie mécanique. Expliquer la production d'énergie électrique dans une centrale hydraulique ou éolienne par la transformation de l'énergie mécanique. Réaliser un montage permettant d'allumer une lampe ou de faire tourner un moteur à l'aide d'un alternateur. *Traduire les conversions énergétiques dans un diagramme incluant les énergies « perdues ».*	Activité documentaire (séquence vidéo) sur le principe de fonctionnement des centrales électriques. *Activités expérimentales : « production » d'énergie électrique par mise en rotation d'un alternateur grâce à :* *- l'entraînement mécanique du galet d'un alternateur de démonstration ;* *- l'action d'une chute d'eau (principe d'une centrale hydroélectrique), d'un jet de vapeur d'eau (principe d'une centrale thermique), d'un jet d'air (principe de l'éolienne).*
Distinction entre les sources d'énergie renouvelables ou non.		*Étude documentaire :* *- place de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité en France ;* *- sources d'énergies renouvelables et non renouvelables.* [B2i]

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
L'ALTERNATEUR		
Comment produit-il une tension variable dans le temps ?		
Une tension, variable dans le temps, peut être obtenue par déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine.	Illustrer expérimentalement l'influence du mouvement relatif d'un aimant et d'une bobine pour produire une tension.	Observation des éléments constitutifs d'un alternateur de démonstration. Déplacement (lent) d'un aimant près d'une bobine pour constater, grâce à un multimètre en continu, un oscilloscope ou à l'aide d'une interface d'acquisition, l'obtention d'une tension variable au cours du temps.
***[Histoire des sciences et des techniques** : production de l'électricité]* ***[Thèmes** : Énergie, Environnement et développement durable (Énergies renouvelables)]* ***[Mathématiques** : diagrammes, graphiques]* ***[Technologie** : environnement et énergie]*		

Commentaires

En passant en revue les sources primaires d'énergie électrique, l'enseignant ne peut pas ignorer l'énergie nucléaire qui représente 80 % de l'énergie électrique « produite » en France ; aucune connaissance sur le noyau de l'atome ni aucune étude de la fission nucléaire ne doivent être abordées au collège. On se limite strictement au point de vue qualitatif suivant : de même que des transferts d'énergie initialement sous forme chimique entrent en jeu dans une transformation chimique au cours de laquelle les molécules constituantes du système sont modifiées, l'énergie nucléaire est produite par modification des noyaux des atomes[1]. La différence entre les deux processus est également quantitative : la quantité d'énergie mise en jeu par l'énergie nucléaire est typiquement plusieurs millions de fois supérieure pour une même quantité de matière transformée *(cf. : thème de convergence « Énergie »)*.

En s'adaptant aux conditions locales, en ce qui concerne les différentes possibilités de « produire » de l'énergie électrique avec un alternateur, il est conseillé au professeur de répartir les élèves en différents ateliers au cours d'activités en autonomie encadrée puis d'organiser des phases de mise en commun et de structuration des expériences. Il est indispensable de réaliser au moins une expérience parmi celles signalées outre la mise en œuvre de l'alternateur de démonstration.
Les situations présentées dans les rubriques B.1. (de la centrale électrique à l'utilisateur) permettent d'aborder la notion d'énergie renouvelable ou non de la source primaire, en relation avec une éducation pour un développement durable.
Pour la « production » d'électricité, les ressources en énergie fossile principalement utilisées ne sont pas renouvelables à l'échelle humaine : pétrole, charbon et gaz naturels. Par contre l'énergie hydraulique et l'énergie éolienne constituent des sources d'énergie renouvelable.
On ne prétend pas ici faire une étude exhaustive des sources d'énergie ni des différents types de centrales électriques. L'enseignant pourra aborder avec le professeur de géographie d'autres processus d'obtention d'énergie (biomasse, énergie marémotrice …).
L'enseignant n'aborde pas les courants électriques car les courbes représentant courant et tension en fonction du temps n'ont pas toujours la même forme, celle représentant le courant dépendant du circuit d'utilisation.

[1] Par exemple dans une centrale thermique de l'énergie thermique est nécessairement donnée à l'extérieur par le système de refroidissement. D'où l'appellation ancienne « énergie atomique » pour l'énergie nucléaire (CEA = Commissariat à l'Energie Atomique).

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
TENSION CONTINUE ET TENSION ALTERNATIVE PÉRIODIQUE		
Qu'est-ce qui distingue la tension fournie par le «secteur» de celle fournie par une pile ?		
Tension continue et tension variable au cours du temps ; tension alternative périodique. Période. Valeurs maximale et minimale d'une tension.	Identifier une tension continue et une tension alternative.	*Comparaison d'une tension alternative et d'une tension continue en utilisant un générateur de très basse fréquence associé à :* *- une diode électroluminescente, deux DEL tête-bêche ou une diode associée à une lampe ;* *- un voltmètre en continu.*
	Construire une représentation graphique de l'évolution d'une tension alternative périodique ; en décrire l'évolution. Reconnaître une tension alternative périodique. *Déterminer graphiquement sa valeur maximale et sa période.*	*Relever point par point les variations au cours du temps d'une tension alternative périodique.* *Construire à la main et/ou à l'aide d'un tableur-grapheur la courbe représentant les variations d'une tension alternative périodique en fonction du temps.* [B2i]
*[**Technologie** : Architecture et cadre de vie (domotique) ; Énergie et environnement]* *[**Mathématiques**: ordre de grandeur, notation scientifique, représentation graphique]*		
L'OSCILLOSCOPE ET/OU L'INTERFACE D'ACQUISITION, INSTRUMENT DE MESURES DE TENSION ET DE DURÉE		
Que signifient les courbes affichées par un oscilloscope ou sur l'écran de l'ordinateur ?		
	Reconnaître à l'oscilloscope, ou grâce à une interface d'acquisition, une tension alternative périodique. *Mesurer sur un oscilloscope la valeur maximale et la période.*	*Utilisation d'un oscilloscope sans balayage, puis avec balayage.* *Réalisation d'une acquisition à l'aide de l'ordinateur.* [B2i]
La fréquence d'une tension périodique et son unité, le hertz (Hz), dans le Système International (SI). *Relation entre la période et la fréquence.*		*Utilisation d'un fréquencemètre.*
La tension du secteur est alternative. *Elle est sinusoïdale.* La fréquence de la tension du secteur en France est 50 Hz.		*Recherche documentaire: allure et caractéristiques de la tension du secteur.*
LE VOLTMÈTRE EN TENSION SINUSOÏDALE		
Qu'indique un voltmètre utilisé en position «alternatif» ?		
Pour une tension sinusoïdale, un voltmètre utilisé en alternatif indique la valeur efficace de cette tension.	Identifier à des valeurs efficaces les valeurs des tensions alternatives indiquées sur les alimentations ou sur les appareils usuels.	*Avec des tensions sinusoïdales d'amplitudes différentes, visualisation de la valeur maximale U_{max} à l'oscilloscope et lecture de la valeur efficace U indiquée par un voltmètre utilisé en mode alternatif.*
Cette valeur efficace est proportionnelle à la valeur maximale.	*Mesurer la valeur d'une tension efficace (très basse tension de sécurité).*	*Calcul du rapport $A = U_{max}/U$ si l'oscilloscope possède un calibrage des tensions.*
*[**Mathématiques** : Proportionnalité]*		

Commentaires :

L'enseignant garde en mémoire que le secteur est une source de tension sinusoïdale qui est nécessairement alternative. Toute manipulation directe sur le secteur est interdite ; pour toute visualisation le concernant, il conviendrait d'utiliser des transformateurs très basse tension de sécurité (TBTS) ; on dispose alors d'une image de la tension du secteur.

Au niveau de la sécurité électrique, « Très Basse Tension » correspond en alternatif à des tensions inférieures ou égales à 50 V. Au collège, il est recommandé de rester dans des domaines de tensions correspondant à la très basse tension de sécurité (TBTS), c'est-à-dire à des tensions inférieures à 25 V pour l'alternatif (le sinusoïdal est bien sûr inclus).

L'oscilloscope peut être remplacé par tout autre dispositif d'acquisition d'une grandeur variable.

L'utilisation d'un fréquencemètre permet de comparer la valeur de la fréquence à l'inverse de la période.

On peut montrer des oscillogrammes de tensions alternatives non sinusoïdales, par exemple celle engendrée par un alternateur de démonstration, ou celles disponibles avec un GBF.

La relation U = Umax/A (A ≥1) peut être étudiée expérimentalement ; elle est traduite sous la forme $A = \sqrt{2}$ seulement pour une tension sinusoïdale comme celle du secteur.

B.2 - Puissance et énergie électriques

En relation avec la vie quotidienne, il apparaît indispensable que le futur citoyen aborde quantitativement les notions de puissance et d'énergie électriques afin de pouvoir gérer sa consommation électrique et de faire des choix énergétiques raisonnés.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE		
Que signifie la valeur exprimée en watts (W) qui est indiquée sur chaque appareil électrique ?		
Puissance nominale indiquée sur un appareil. Le watt (W) est l'unité de puissance du Système International (SI).	Citer quelques ordres de grandeurs de puissances électriques domestiques.	*Interprétation des indications portées sur la fiche signalétique d'un appareil électrique en terme de puissance, tension et fréquence.*
Énoncé traduisant, pour un dipôle ohmique, la relation *P = U.I où U et I sont des grandeurs efficaces.*	*Calculer, à partir de sa puissance et de sa tension nominales, la valeur de l'intensité efficace du courant qui traverse un appareil qui se comporte comme un dipôle ohmique.*	*En basse tension (12 volts), mesurer l'intensité efficace I du courant traversant un appareil, qui se comporte comme un dipôle ohmique, soumis à une tension efficace U connue. Comparer cette valeur à celle déduite de la relation P = U.I en utilisant la puissance nominale.*
L'intensité du courant électrique qui parcourt un fil conducteur ne doit pas dépasser une valeur déterminée par un critère de sécurité.	Exposer le rôle d'un coupe-circuit.	
Le coupe-circuit protège les appareils et les installations contre les surintensités.	Repérer et identifier les indications de puissance, de tension et d'intensité sur les câbles et sur les prises électriques.	*Etude de document :* *- l'origine des surintensités ;* *- les risques liés aux surintensités.*
*[**Mathématiques** : grandeur produit]* *[**Technologie** : Énergie et environnement]* *[**Thème** : sécurité]*		
LA MESURE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE		
À quoi sert un compteur électrique ? Que nous apprend une facture d'électricité ?		
L'énergie électrique E transférée pendant une durée t à un appareil de puissance nominale P est donnée par la relation E = P.t	Calculer l'énergie électrique transférée à un appareil pendant une durée donnée et l'exprimer en joule (J), *ainsi qu'en kilowatt-heure (kWh).*	Lecture des indications d'un compteur d'énergie électrique. Étude d'une facture d'électricité.
Le joule est l'unité d'énergie du système international (SI).		*Comparaison de la consommation électrique d'appareils domestiques de puissances différentes ou de durées de fonctionnement différentes.* *Recherche sur la facture familiale de la puissance souscrite et identification des appareils qui pourraient fonctionner simultanément (comparaison de la puissance souscrite avec la somme des puissances nominales).* *Recherche documentaire :* *- perspective sur l'histoire de l'éclairage : amélioration du rendement des lampes ;* *- diagramme de répartition de la consommation moyenne d'énergie électrique par habitant : valeurs de chaque poste (chauffage électrique, éclairage…).* *- Comment diminuer sa facture d'électricité ?*
*[**Thème** : Énergie]* *[**Technologie** : Énergie et environnement]* *[**Mathématiques** : grandeur produit]*		

Commentaires :

L'étude du transformateur est hors programme.

Dans le domaine de la puissance, l'enseignant garde en mémoire que le watt n'est pas la seule unité de puissance[2]. L'installation domestique est protégée par des fusibles, qui peuvent fondre, ou par des disjoncteurs magnéto-thermiques qu'il est possible de réarmer.

On commence dans cette rubrique à donner une signification quantitative au concept d'énergie en mentionnant l'unité d'énergie et en reliant l'énergie électrique à d'autres grandeurs physiques. L'enseignant peut faire remarquer que l'unité d'énergie est aussi celle utilisée à propos de la valeur énergétique des aliments.

Dans le langage courant, on parle de "consommation d'énergie" et même de "consommation d'électricité". Les observations effectuées

[2] le volt-ampère mesure une puissance apparente et le volt-ampère réactif (VAR) mesure une puissance réactive mais ces unités ne sont pas abordées au collège.

permettent d'expliquer que l'énergie ne disparaît pas mais est transformée et l'on mentionne la nature de cette transformation.

En « continu », la puissance électrique transformée est égale au produit U.I. En « alternatif », elle est égale à k.U.I (valeurs efficaces) avec $k \leq 1$, $k = 1$ correspond à un appareil purement résistif, ne produisant que des effets thermiques. Le nom du coefficient k (facteur de puissance) n'a pas à être mentionné.
On se limite donc en fait à utiliser l'expression P = U.I, en veillant toutefois à préciser que celle-ci n'est valable strictement que pour un appareil dont les effets sont purement thermiques et qu'elle est une bonne approximation pour de nombreux appareils domestiques. On est ainsi capable d'évaluer l'intensité efficace qui traverse un appareil branché sous tension à partir de sa puissance nominale : $I \approx P / U$ Si l'occasion se présente, l'enseignant peut indiquer que la loi d'Ohm reste valable en alternatif, tant pour les valeurs instantanées que pour les valeurs efficaces.

La loi de conservation pour l'intensité étudiée en quatrième s'étend aux courants variables (dont l'intensité est fonction du temps). Elle reste une excellente approximation pour les valeurs instantanées des intensités de courant de fréquences faibles (en particulier pour le courant du secteur). En revanche, de même que la loi d'additivité des tensions, elle n'est valable pour les grandeurs efficaces que dans des circuits purement résistifs. Le professeur n'a pas à entrer dans ces considérations dans la mesure où tout calcul relatif à la répartition des tensions et des intensités dans un circuit électrique en alternatif est exclu au niveau du collège. On tire toutefois une conclusion pratique importante des remarques précédentes : l'énergie consommée dans une installation domestique l'étant principalement sous forme thermique, il est possible d'effectuer une approximation qui confond les divers appareils avec des résistances. Cette approximation permet d'estimer l'intensité du courant dans le circuit principal à partir des puissances nominales P des divers appareils : l'intensité efficace traversant chaque appareil est donnée par la relation $I \approx P/U$ et celle du courant dans le circuit principal est voisine de la somme des intensités en dérivation. En ce qui concerne une installation domestique alimentée en 230 volts, on en tire la conclusion que l'on obtient une estimation de l'intensité du courant dans le circuit principal en effectuant le quotient par 230 de la puissance totale de l'installation.
La relation $E = P. t$ constitue à ce niveau une définition, elle n'a pas à faire l'objet d'une vérification expérimentale.

C - De la gravitation ... à l'énergie mécanique (Durée conseillée : 5 semaines)

Cette partie est destinée à donner aux élèves des notions sur la gravitation et sa manifestation au voisinage de la Terre (poids d'un corps). Elle introduit l'énergie de position et l'énergie cinétique. Elle contribue à la formation du citoyen dans le domaine de la sécurité routière.

C1 - Interaction gravitationnelle

Après une présentation du système solaire, l'enseignant introduit progressivement la gravitation comme une action attractive à distance entre deux objets ayant une masse puis comme une interaction qui dépend de la distance entre les deux objets. La notion d'énergie de position est abordée ainsi que sa conversion en énergie de mouvement.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
NOTION DE GRAVITATION ***Pourquoi les planètes gravitent-elles autour du Soleil ? Pourquoi les satellites gravitent-ils autour de la Terre ?*** *[**École primaire** : fiche n° 21, système solaire et Univers, cycle 3]*		
Présentation succincte du système solaire.		Activité documentaire.
Action attractive à distance exercée par : - le Soleil sur chaque planète ; - une planète sur un objet proche d'elle ; - un objet sur un autre objet du fait de leur masse. La gravitation est une interaction attractive entre deux objets qui ont une masse ; elle dépend de leur distance. *La gravitation gouverne tout l'Univers (système solaire, étoiles et galaxies).*	Comparer, en analysant les analogies et les différences, le mouvement d'une fronde à celui d'une planète autour du Soleil.	Séquence vidéo (fronde, lancer du marteau…). Expérience avec des aimants : interactions, influence de la distance.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
Poids et masse d'un corps		
Pourquoi un corps a-t-il un poids ? Quelle est la relation entre le poids et la masse d'un objet ?		
Action à distance exercée par la Terre sur un objet situé dans son voisinage : poids d'un corps.		Utilisation d'un fil à plomb pour illustrer la verticalité du poids. Chute d'un objet sans vitesse initiale.
Le poids P et la masse m d'un objet sont deux grandeurs de nature différente ; *elles sont proportionnelles.* *L'unité de poids est le newton (N).* *La relation de proportionnalité se traduit par* $P = m.g$	Vérifier expérimentalement la relation entre le poids et la masse.	Expérience avec masses et dynamomètres. Activité documentaire : poids d'un objet sur la Terre et sur la Lune.
Pourquoi un objet tombe-t-il sur Terre ? Pourquoi l'eau d'un barrage acquiert-t-elle de la vitesse au cours de sa chute ?		
Un objet possède : *- une énergie de position au voisinage de la Terre ;* *- une énergie de mouvement appelée énergie cinétique.* *La somme de ses énergies de position et cinétique constitue son énergie mécanique.* *Conservation d'énergie au cours d'une chute.*	*Interpréter l'énergie de mouvement acquise par l'eau dans sa chute par une diminution de son énergie de position.*	
***[Thème** : sécurité, énergie]*		

Commentaires :

Le système solaire est constitué en son centre d'une étoile, le Soleil, et de huit planètes qui se déplacent autour de lui sur des trajectoires pratiquement circulaires. L'enseignant n'étudie pas les caractéristiques de chaque planète. Les astronomes, lors de l'assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale ont décidé, le 28 août 2006, de retirer à Pluton, découverte il y a presque quatre-vingts ans aux confins du système solaire, son statut de planète. L'élève n'a pas à connaître les noms et la place

de chacune des planètes au sein du système solaire. L'enseignant peut évoquer les satellites artificiels.

En ce qui concerne la gravitation, l'enseignant précise que :
- le Soleil exerce une action attractive, à distance, sur chaque planète se déplaçant autour de lui ;

- de même, une planète exerce une action attractive, à distance, sur chacun de ses satellites éventuels et sur les objets proches d'elle ;

- plus généralement, un objet exerce une action attractive, à distance, sur un autre objet du fait de leurs masses et réciproquement : les deux objets sont en interaction, c'est la gravitation.

L'expression de la force d'interaction gravitationnelle entre deux masses est hors programme.
L'enseignant introduit la réciprocité des actions entre deux masses par l'analogie avec la réciprocité des actions entre aimants ; toutefois il garde présent à l'esprit que ces deux interactions sont de nature fondamentalement différentes.

Le poids d'un corps est la manifestation de la gravitation au voisinage d'une planète. Le poids d'un objet situé au voisinage de la Terre est l'action à distance que la Terre exerce sur lui. Cette action s'exerce selon la verticale du lieu, vers le bas. La constante de proportionnalité, g, appelée intensité de la pesanteur, de l'ordre de 10 N/kg au voisinage de la Terre, est donnée.
L'enseignant garde en mémoire que la rotation de la Terre intervient aussi dans l'expression du poids.

Toute étude vectorielle (expression, représentation) est hors programme au collège.

Les énergies de position, cinétique et mécanique sont abordées uniquement pour expliquer qualitativement les conversions d'énergie dans une chute d'eau (barrage hydraulique).

C2 - Énergie cinétique et sécurité routière

Dans les moyens de transport, l'homme cherche toujours à aller plus vite pour gagner du temps ; le train à grande vitesse (TGV) en est une remarquable illustration. Mais les trop nombreux accidents routiers qui touchent notamment les jeunes justifient à eux seuls l'approche quantitative de l'énergie cinétique. Plus positivement, ce paragraphe peut être exploité avec profit dans le cadre de l'attestation scolaire de sécurité routière afin d'attirer l'attention des élèves sur les dangers de la vitesse.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
APPROCHE DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE		
Qu'est ce que l'énergie cinétique ?		
La relation donnant l'énergie cinétique d'un solide en translation est $E_c = ½ m.v^2$. *L'énergie cinétique se mesure en joules (J).*	*Exploiter la relation $E_c = ½ m.v^2$.*	*Documents audiovisuels de la sécurité routière montrant l'influence de la masse et de la vitesse sur la déformation des véhicules lors d'un choc.*
Pourquoi la vitesse est-elle dangereuse ?		
La distance de freinage croît plus rapidement que la vitesse.	Exploiter les documents relatifs à la sécurité routière.	Étude de documents supports de l'attestation scolaire de sécurité routière.
*[**Mathématiques** : grandeur produit, proportionnalité et non proportionnalité]* *[**SVT** : énergie des plaques tectoniques, séismes (classe de 4ème)]* *[**Technologie** : les transports, des principes physiques : freinage, guide, propulsion, etc… (classe de 6ème)]* *[**Thème** : sécurité, énergie]*		

Commentaires :

L'énergie cinétique a été introduite dans le cas général d'un objet qui se déplace. L'étude est ici réduite à celle d'un solide en translation. La notion de vitesse ayant déjà été abordée en mathématiques en classe de quatrième et utilisée en physique lors de l'étude de la lumière, le professeur se limite à un rappel.

L'énergie cinétique d'un solide en translation dépend de la masse du corps et de sa vitesse ; elle croît lorsque ces grandeurs augmentent mais l'enseignant insiste sur la non proportionnalité de l'énergie et de la vitesse.

L'utilisation des documents de la « sécurité routière » conduit l'enseignant à montrer que la distance de freinage est multipliée par 4 quand la vitesse est doublée ; il se contente à ce niveau de mettre en corrélation ce résultat avec l'expression de l'énergie cinétique $Ec = ½ m.v^2$.

Il explique qu'au cours de l'arrêt d'un véhicule par freinage, l'énergie cinétique est pour l'essentiel transformée sous forme thermique au niveau des freins alors que, dans un accident automobile, elle engendre des déformations du véhicule et des objets heurtés, et elle peut occasionner des blessures aux passagers, voire leur mort.