



I Présentation

Ce programme de physique-chimie s'inscrit dans la logique de la rénovation du collège. Il prend en compte les programmes de l'école élémentaire¹, ceux de la classe de 6^e et les observations des pratiques d'enseignement actuelles².

A. Idées directrices

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

- centrer l'enseignement sur l'essentiel et dégager un socle minimal de connaissances et de compétences ;
- renforcer la corrélation de l'enseignement de physique-chimie avec celui des autres disciplines scientifiques, en montrant à la fois sa spécificité et son apport aux autres disciplines ;
- mettre l'accent sur l'unité profonde des phénomènes physico-chimiques qui structurent le monde naturel et qui permettent notamment une vision rationnelle et globale de l'environnement.

Les programmes de l'école élémentaire comportent une rubrique « sciences et technologie ». Celle-ci définit les premiers éléments d'un enseignement scientifique sous forme de thèmes, sans que soit spécifié ce qui revient à tel ou tel champ disciplinaire.

1. BO n° 5 du 9 mars 1995

2. Programme de 4^e de 1992



La physique-chimie n'apparaît en tant que telle qu'à partir du cycle central du collège. Elle doit rester à ce stade fortement corrélée aux autres disciplines scientifiques sciences de la vie et de la Terre (SVT), technologie et mathématiques, tout en gardant un lien sensible avec l'histoire-géographie et en contribuant à l'éducation du citoyen en particulier dans sa relation avec l'environnement.

La physique-chimie contribue aussi à l'enseignement du français par la pratique d'activités documentaires, par la rédaction de comptes-rendus et par l'entraînement à une argumentation utilisant un vocabulaire bien défini; les activités expérimentales, en amenant les élèves à formuler des hypothèses et à les confronter aux faits, développent la pensée logique.

L'enseignement de physique-chimie a des objectifs qui lui sont propres et qu'il est possible d'énoncer pour le collège aussi bien que pour le lycée.

1. Il ne se limite pas à former de futurs physiciens et de futurs chimistes mais entend développer chez l'ensemble des élèves des éléments de culture scientifique indispensables dans le monde contemporain.
2. Au travers de la démarche expérimentale, il doit former les esprits à la rigueur, à la méthode scientifique, à la critique et à l'honnêteté intellectuelle. Avec des sujets et des expériences attractifs, il doit susciter la curiosité.
3. L'enseignement de physique-chimie doit former au raisonnement, tant quantitatif que qualitatif. L'étude de la matière et de ses transformations est par excellence le domaine du raisonnement qualitatif où il s'agit moins de savoir utiliser des outils mathématiques que de déceler, sous le phénomène complexe, les facteurs prédominants. Le qualitatif n'est pas la solution de facilité : il est beaucoup plus aisé de faire un calcul juste qu'un raisonnement pertinent.
4. Il doit être ouvert sur les techniques qui, pour la plupart, ont leur fondement dans la physique et la chimie.
5. Il doit susciter des vocations scientifiques (techniciens, ingénieurs, chercheurs, enseignants...), donc pour cela être motivant et ancré sur l'environnement quotidien et les technologies modernes.
6. Au même titre que les autres disciplines scientifiques, la physique et la chimie interviennent dans les choix politiques, économiques, sociaux, voire d'éthique. L'enseignement de physique-chimie doit contribuer à la construction d'un « mode d'emploi de la science et de la technique » afin que les élèves soient préparés à ces choix.



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

8. Il doit montrer que cette représentation cohérente est enracinée dans l'expérience : les activités expérimentales ont une place essentielle.

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

10. Il devra former le citoyen-consommateur au bon usage des objets techniques ainsi qu'à celui des produits chimiques qu'il sera amené à utiliser dans la vie quotidienne. Cette éducation débouche naturellement sur l'apprentissage de la sécurité, sur la sauvegarde de la santé et sur le respect de l'environnement.

11. Ancré dans l'environnement quotidien, l'enseignement devra utiliser au mieux les moyens contemporains. L'ordinateur est un outil privilégié pour la saisie et le traitement des données ainsi que pour la simulation. Il ne sera en aucun cas substitué à l'expérience directe, dont il sera le serviteur.

En tant que sciences fondamentales des phénomènes naturels, la physique et la chimie mettent aussi à la disposition des SVT et de la technologie les notions qui leur sont nécessaires. Les lois qui constituent le noyau de leur domaine d'étude s'appliquent en effet aussi bien à la nature proprement dite, vivante ou non, qu'aux objets produits par l'homme.

L'enseignement de physique-chimie (vue ici de façon unitaire, la distinction entre les deux champs n'ayant rien de fondamental au niveau du collège) doit ainsi mettre à la disposition d'autres disciplines les premières notions sur la matière, ses états et ses transformations, la température, la lumière, l'électricité³. Dans le cadre d'un aller et retour continu entre les champs disciplinaires, il convient que ces

3. Ces éléments sont mentionnés explicitement dans les projets des programmes de SVT et de technologie qui entrent en vigueur en 6^e à la rentrée 1996.



notions physico-chimiques, fondées sur l'observation, soient aussi étayées par des exemples tirés des domaines d'autres disciplines.

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

Cette interaction se manifeste tout particulièrement à propos de la mesure. Les unités de mesure ont été mentionnées dans les programmes de l'école élémentaire. En s'appuyant sur la pratique de la mesure, l'enseignement de physique-chimie du cycle central du collège doit développer ce champ de connaissances qui est aussi indispensable à la formulation du discours des autres sciences que vital pour la formation du citoyen.

L'interaction avec les mathématiques est tout aussi essentielle pour la manipulation des nombres qui sont le résultat de la mesure, la physique-chimie venant alors illustrer des concepts tels que les puissances de dix par l'apport de la notion d'ordre de grandeur.

En ce qui concerne les grandes orientations prévues pour le programme de la classe de 3^e et sur la base des programmes actuels, les remaniements envisagés sont :

- l'intégration aux rubriques du programme de 3e de sujets qui ne sont plus traités dans le projet pour la classe de 4e (décharge électrique, ions, pH, formation des images);
- l'allègement très sensible des rubriques « propulsion et moyens de transport » et « comportement chimique des matériaux dans notre environnement » et, à un degré moindre, de la rubrique « électricité et vie quotidienne »;
- la simplification et l'allègement en particulier du chapitre « pression et flottaison ».

B. Mise en œuvre

De façon à mettre en œuvre les principes exposés ci-dessus, il a été décidé de procéder à des allègements dans les développements des programmes précédents, chaque fois que ceux-ci ne paraissent pas strictement indispensables, soit à l'exposé des disciplines scientifiques voisines, soit à l'édification logique d'un corpus de connaissances propre à la physique-chimie.

Il apparaît une rubrique nouvelle, intitulée À la découverte de notre environnement, la matière ; elle propose une présentation synthétique des phénomènes physico-chimiques les plus directement accessibles à l'observation. L'introduction de cette rubrique ne constitue pas un alourdissement du programme



dans la mesure où, elle regroupe de nombreux éléments déjà présents dans le programme précédent.

Les trois rubriques du programme, intitulées (A) À la découverte de notre environnement, la matière, (B) La lumière et (C) Le courant électrique proposent un ensemble de connaissances qui, tout en mettant à la disposition des autres champs disciplinaires le socle minimal nécessaire à l'élaboration du discours qui leur est propre, fournit les éléments de base indispensables à l'enseignement ultérieur de la physique-chimie.

Afin de faciliter la lecture, une présentation en trois colonnes est proposée, de gauche à droite :

- La colonne exemples d'activités présente une liste non obligatoire et non exhaustive d'exemples qui peuvent être exploités en expériences de cours, en travaux pratiques ou en travaux de documentation,
- La colonne, intitulée contenus-notions recense les champs de connaissances de physique-chimie concernés. Y sont, de plus, mentionnés en italiques les interactions avec les autres disciplines et les éléments qui font intervenir l'éducation du citoyen et la prise en compte de l'environnement,
- La colonne intitulée compétences explicite les éléments disciplinaires du socle minimal.

En ce qui concerne l'environnement, il est à noter que l'idée de conservation de la matière qui sous-tend tout l'exposé de la rubrique (A) est la base indispensable de toute étude rationnelle dans ce domaine.

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.

Les contenus disciplinaires développés ci-après sont accompagnés d'estimations horaires indicatives. Les activités expérimentales sont favorisées par la constitution, chaque fois que possible, de groupes d'effectif réduit (par exemple en formant trois groupes à partir de deux divisions).

C. Compétences transversales

Les compétences constituant le socle minimal ne se résument pas à celles, associées à des contenus et notions identifiés, qui sont répertoriées dans la troisième colonne des tableaux ci-dessous. À l'issue du cycle central des collèges, l'élève doit également être capable de :

- construire un graphique en coordonnées cartésiennes à partir d'une série de données, les échelles étant précisées par le professeur ;



- le graphique étant donné, interpoler une valeur ;
- faire le schéma d'une expérience réalisée ;
- réaliser une expérience décrite par un schéma ;
- faire le schéma, utilisant les symboles normalisés, d'un circuit électrique simple ;
- réaliser un circuit électrique simple à partir de son schéma normalisé ;
- lire un texte simple contenant des données en liaison avec le programme et d'en extraire des informations pertinentes ;
- utiliser la conjonction « donc » de façon pertinente dans des argumentations ;
- une expérience ayant été réalisée sur les indications du professeur, imaginer ou reprendre une argumentation logique permettant de parvenir à une conclusion ;
- un problème scientifique très simple étant formulé, expliquer en quoi un protocole expérimental proposé par le professeur permet de répondre à la question.

D. Autonomie, créativité et responsabilité

Dès l'année de 4^e, l'enseignement de physique-chimie doit permettre d'aider les élèves à acquérir une certaine autonomie qui s'articule autour de deux axes : la créativité et la responsabilité. Il est important que les premières séances de l'année soient consacrées, au travers des activités proposées, à la prise de conscience par les élèves de l'importance de ces objectifs qui seront par ailleurs omniprésents toute l'année.

Ainsi on pourra, par exemple, proposer des activités expérimentales où le respect d'un protocole est essentiel, chacun opérant à son tour au sein d'un groupe restreint sous le regard de ses camarades. D'autres séances mettront l'accent sur la capacité à imaginer des expériences en fonction d'un objectif et sur celle à s'organiser pour les mener à bien.

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

II Contenus

A. À la découverte de notre environnement, la matière —

Ce thème a plusieurs finalités :

- développer les capacités d'observation et de réflexion parallèlement aux aptitudes expérimentales ;
- donner des connaissances rationnelles, appropriées au public scolaire concerné ;
- montrer comment la physique et la chimie s'élaborent en tant que disciplines, à partir de l'observation et d'une démarche scientifique ;
- permettre aux autres disciplines scientifiques et technologiques de s'appuyer sur un socle de connaissances construit de façon rationnelle ;
- donner des éléments de compréhension de l'environnement.

Une appréhension immédiate de l'environnement est possible grâce aux organes des sens ; elle permet une première classification des substances. Une véritable connaissance de celles-ci nécessite l'identification préalable de certaines propriétés de la matière. À partir d'observations quotidiennes, l'étude expérimentale de quelques propriétés de substances courantes permet de dégager l'organisation de la matière et de la modéliser.

Pour ce faire, on a choisi de traiter quelques propriétés physiques et chimiques à propos de corps purs abondants dans notre environnement et importants dans la vie quotidienne. Certains d'entre eux ont été déjà évoqués en classes de 6^e et de 5^e en sciences de la vie et de la Terre ou en technologie.

Les activités expérimentales proposées sont simples et motivantes pour les élèves. On notera que les mesures de pression ou de température qui sont faites n'impliquent pas que l'on ait défini ces deux grandeurs : le bagage scientifique des élèves ne le permettrait pas.

1. L'eau dans notre environnement

(durée conseillée : 20 heures)

Exemples d'activités

Où trouve-t-on de l'eau ? Quel rôle joue-t-elle dans notre environnement et dans notre alimentation ?

Contenus-notions

Omniprésence de l'eau sous ses différents états dans la biosphère.

Compétences

- Extraire des informations à partir d'un document scientifique.



Recherche documentaire :

- le « cycle de l'eau » sur la planète
- l'eau en dehors de la Terre (à partir de différents documents, introduire les prémisses de changement d'état et de conservation de la matière).

Observations de solides et de liquides familiers.

Test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre.

Comment obtenir de l'eau « limpide » ? Une eau limpide est-elle une eau pure ?

- filtration d'une suspension d'eau boueuse
- décantation ou centrifugation, filtration et distillation d'une boisson (jus d'orange , thé, café...)
- dégazage d'une « eau gazeuse »
- recueillir le dioxyde de carbone présent dans une boisson et l'identifier par le test de l'eau de chaux (préparée éventuellement par les élèves à l'aide de la chaux éteinte)
- chromatographie de colorants alimentaires dans une boisson ou un sirop homogène
- obtention d'un résidu solide par évaporation d'une eau minérale
- mesure du pH de quelques boissons

L'eau sur la terre.

[Géographie : les eaux]

Première approche des états de la matière.

[Technologie : matériaux]

Utilisation des notions de température et de pression.

Propriétés spécifiques de chaque état.

L'eau est un constituant des boissons et des organismes vivants.

[SVT : rôle biologique de l'eau]

Milieus homogènes, hétérogènes. Mélange. Corps pur.

Essais de séparation de quelques constituants d'une « eau brute » ou de plusieurs boissons.

[SVT : sédimentation]

Existence des gaz, leur matérialité.

[SVT : rôle biologique des gaz dissous.]

Le test à l'eau de chaux, élément de la « carte d'identité » du dioxyde de carbone.

Les eaux, mélanges homogènes.

Les boissons contiennent d'autres composés que l'eau.

[SVT: test du dioxyde de carbone]

[Citoyenneté : l'emploi des colorants est réglementé]

Présence dans une eau minérale de substances autres que l'eau.

[SVT : sels minéraux]

Le caractère acide d'une eau peut se caractériser par une grandeur, le pH, associée à la présence dans l'eau d'autres substances.

• connaître les trois états de l'eau (solide, liquide, vapeur) ; savoir les illustrer par des exemples.

• Mettre en évidence :

- la forme propre de l'eau solide (glace) ;
- l'absence de forme propre de l'eau liquide comme de tous les autres liquides ;
- l'horizontalité de la surface libre d'un liquide au repos.
- décrire et réaliser un test de reconnaissance de l'eau
- reconnaître des milieux qui contiennent de l'eau de ceux qui n'en contiennent pas
- donner des éléments de la « carte d'identité » de l'eau

Réaliser et décrire une décantation, ou une filtration, ou une distillation.

Faire la distinction entre un mélange homogène et un mélange hétérogène.

Donner des éléments d'une carte d'identité du dioxyde de carbone.

Illustrer par des exemples le fait que l'apparence homogène d'une substance ne suffit pas pour savoir si un corps est pur ou non.

Classer des solutions ou des boissons suivant leur « acidité ».



Que se passe-t-il quand on chauffe ou refroidit de l'eau (sous la pression atmosphérique) ?

- utiliser un baromètre et un thermomètre⁴
- chauffer de l'eau liquide obtenue par distillation, suivre l'évolution de la température de l'eau, réaliser l'ébullition
- congeler de l'eau, suivre l'évolution de la température
- chauffer de la glace, effectuer une pesée avant et après la fusion

- réaliser l'ébullition sous pression réduite (fiolle à vide et trompe à eau)
- réaliser un changement d'état d'un corps pur autre que l'eau (la solidification du cyclohexane par exemple)

Peut-on dissoudre dans l'eau n'importe quoi et en n'importe quelle quantité (sucre, sel, sable...) ?

- préparer une solution de sucre en dissolvant x grammes de sucre dans v cm³ d'eau; effectuer une nouvelle pesée après dissolution
- évaporer une eau salée ou sucrée pour récupérer le sel ou le sucre
- consulter des documents sur les marais salants

Les changements d'états de l'eau, approche phénoménologique.

Sous une pression donnée, la température de changement d'état est fixe.

Le changement d'état est inversible :

- par chauffage, l'eau passe de l'état solide à l'état liquide, de l'état liquide à l'état gazeux;
- par refroidissement, l'eau passe de l'état gazeux à l'état liquide, de l'état liquide à l'état solide.

L'eau est un solvant.

Distinction mélange homogène / corps pur. Concentration en g/L.

Mesures de volumes. Utilisation de la verrerie.

Mesure de masses.

Unités de longueur, de volume, de masse.

La masse totale reste inchangée au cours d'une dissolution.

Utiliser un thermomètre.

Tracer et exploiter un graphique.

Le changement d'état d'un corps pur se fait à température constante, sans variation de la masse, mais avec variation de volume.

Distinguer brouillard (gouttelettes liquides), vapeur (gaz invisible), fumées (petites particules solides).

Connaitre les températures de changement d'état de l'eau.

Utiliser le vocabulaire : solidification, fusion, liquéfaction, vaporisation.

Savoir que la température d'ébullition de l'eau dépend de la pression.

Réaliser une dissolution, une évaporation.

Mesurer des volumes avec une éprouvette graduée, mesurer une masse avec une balance électronique.

Retenir que 1L équivaut à 1 dm³ , 1mL à 1 cm³, que la masse de 1L d'eau est voisine de 1 kg dans les conditions usuelles de notre environnement.

Employer le vocabulaire : solution, solution saturée, soluté, solvant.

Distinguer dissolution et fusion.

4. Si l'équipement nécessaire est disponible, on pourra utiliser une sonde thermométrique reliée à un ordinateur, ce qui ne dispensera pas de faire manipuler par les élèves des thermomètres courants et de leur faire également relever une courbe « à la main ». On signalera les représentations préalables liées à l'usage du thermomètre médical à mercure.



Peut-on mélanger de l'eau avec d'autres liquides (alcool, huile, pétrole) ?

- agiter , laisser reposer, observer
- Étude de documents sur le traitement des eaux potables et l'épuration des eaux usées

Les molécules : un modèle pour comprendre.

- étude documentaire sur l'histoire du modèle moléculaire
- observer et analyser des simulations moléculaires (documents cinématographiques ou informatiques)

Miscibilité ou non-miscibilité de l'eau avec d'autres liquides.

[Environnement : mécanisme de pollution des eaux; distribution d'eau potable ; les marées noires].

Un premier modèle particulière pour interpréter :

- les propriétés physiques de la matière,
- la distinction entre mélange et corps pur.

Notion de molécule.

Description des trois états à travers le modèle 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.

Proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de tester la miscibilité ou la non-miscibilité de deux liquides.

Savoir qu'un corps pur moléculaire est constitué de molécules identiques.

Être capable de décrire de façon succincte ce qui différencie les trois états .

Il a paru plus adapté d'introduire le concept de corps pur à partir de l'eau, corps pur composé, plutôt qu'à partir du dioxygène : les manipulations sont plus aisées, les transformations physiques sont réalisables en collège. Par ailleurs, en terme de modélisation, introduire d'abord une molécule constituée d'atomes différents est préférable au distinguo subtil que l'on aurait à faire d'emblée entre (atome d') oxygène et (molécule de) dioxygène.

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

Le problème de qualifier un mélange d'homogène ou d'hétérogène en liaison avec les expériences de filtration et de décantation sera également soulevé. On pourra approfondir le concept d'homogénéité en montrant 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 ».

Les élèves ne manqueront pas de remarquer en lisant les étiquettes de boissons une très grande variété dans leur composition. Notamment les étiquettes d'eaux minérales fournissent des indications sur leur composition ionique. Une telle lecture ne doit pas conduire à enseigner le concept d'ion qui ne sera abordé qu'en classe de 3^e. La seule idée à retenir est que les eaux minérales contiennent un grand nombre de substances dont la mise en évidence pourrait être faite par évaporation de l'eau en constatant l'existence d'un résidu solide.

Le pH sera présenté sans aucune exigence théorique, comme une grandeur caractéristique d'une eau, égale à 7 pour de l'eau pure, voisine de cette valeur dans des milieux biologiques tels que le sang.

On fera ressortir qu'il y a conservation de la masse au cours des changements d'état alors que le volume varie. Cette variation est importante surtout pour la vaporisation, pour la fusion, elle est plus faible mais observable.

Réaliser un changement d'état d'un corps pur autre que l'eau a pour objectif de dissiper l'identification entre les concepts d'eau et de liquide qui persiste jusque très tard chez l'élève.

L'étude expérimentale de la dissolution, de l'évaporation permet de présenter un premier aspect de la conservation de la matière. Quand on dissout un morceau de sucre dans l'eau, le sucre « ne disparaît pas ». Les résultats de ces observations serviront plus loin pour illustrer le pouvoir explicatif du modèle moléculaire : les molécules de sucre restent présentes dans la solution dont elles modifient notamment le goût⁵.

La notion de concentration est abordée mais ne doit pas donner lieu à des exercices purement formels.

En ce qui concerne la description moléculaire de la matière, le professeur se rappellera qu'un modèle ne prétend pas décrire une réalité objective. Il possède seulement une valeur explicative limitée dans un champ d'application déterminé. Le fait que les molécules puissent être décrites comme des assemblages d'atomes ne joue ainsi pas de rôle tant que l'on ne décrit pas de réactions chimiques.

5. Le professeur se rappellera toutefois que, dans de nombreux cas, la dissolution peut modifier la substance (solvation, réaction avec le solvant).



Ainsi, au moment où le professeur présente à propos de l'eau le concept de molécule, certains élèves connaissent déjà (SVT) la structure atomique de cette molécule. Sans faire abstraction de ce fait, le professeur peut faire observer que ce niveau de modélisation n'apporte rien dans la description d'un changement d'état par exemple.

La présentation du modèle moléculaire peut être faite par le professeur au moment qu'il juge opportun dans sa progression. Il reviendra sur celui-ci lorsque cela lui permettra d'éclairer les phénomènes étudiés.

On indiquera qu'un long processus historique a conduit à proposer un modèle qui décrit les solides, les liquides et les gaz comme un assemblage de « grains de matière » que, à titre provisoire et dans le cadre du programme, on désignera sous le nom de molécules⁶.

De façon presque inévitable, les élèves rencontreront dans divers ouvrages des « images » des molécules et des atomes. De tels documents ont été obtenus d'abord par microscopie électronique. Depuis la fin des années 1980, des techniques fondées sur des principes très divers (effet tunnel par exemple) permettent de donner une représentation de la surface d'un échantillon solide en déplaçant une très fine pointe au voisinage immédiat de celle-ci; l'ensemble de ces techniques est regroupé sous le nom de microscopie à champ proche.

Une utilisation insuffisamment commentée de tels documents risque en fait de rendre plus difficile la mise en place chez l'élève du concept de modèle. Il ne faut pas faire croire que l'on voit les atomes avec un appareil qui restera mystérieux pour les élèves : la distinction entre le niveau expérimental et le niveau du modèle en serait obscurcie. Si le professeur est amené à commenter de tels documents, il conviendra de souligner que le microscope à effet tunnel par exemple ne voit pas les atomes ; il récupère des informations que l'on sait analyser à l'aide du modèle atomique.

6. Pour ce premier modèle microscopique de la matière, une difficulté de vocabulaire vient 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.



2. L'air qui nous entoure ; le dioxygène

(durée conseillée : 10 heures)

Exemples d'activités

De quoi est composé l'air que nous respirons ? Est-il un corps pur ?

- étude de documents sur l'atmosphère et la composition de l'air, sur la respiration
- enquête sur la pollution atmosphérique
- Le dioxygène et le diazote en dehors de la Terre
- observer une animation moléculaire d'un volume d'air

L'air a-t-il un volume propre ?

A-t-il une masse?

- comprimer de l'air contenu dans un piston ou une seringue, tout en mesurant sa pression
- gonfler un ballon à volume constant tout en mesurant sa masse

Qu'est-ce que brûler ?

- réaliser quelques réactions avec du dioxygène et caractériser les produits formés :
 - combustion du carbone (morceau de fusain), test du dioxyde de carbone : précipité de carbonate de calcium;
 - combustion du méthane (ou du butane), test du dioxyde de carbone et de l'eau formés.

– combustion vive du fer dans le dioxygène

Les atomes, un modèle pour comprendre la réaction chimique.

- illustrer à l'aide de modèles moléculaires compacts ou de simulations les réactifs et les produits des deux réactions suivantes :
 - carbone + dioxygène -> dioxyde de carbone;
 - méthane + dioxygène -> dioxyde de carbone + eau.

Contenus-notions

Le dioxygène, constituant de l'air avec le diazote.

[Géographie : l'atmosphère.

Le dioxygène est nécessaire à la vie.

[SVT : respiration]

[Environnement : la pollution atmosphérique]

Caractère compressible d'un gaz, son interprétation moléculaire.

La combustion nécessite la présence de réactifs (combustible et comburant) qui sont consommés au cours de la combustion ; de nouveaux produits se forment.

[Citoyenneté : règles de sécurité, possibilité de production du monoxyde de carbone toxique]

Le dioxyde de carbone réagit avec l'eau de chaux pour donner un précipité de carbonate de calcium.

Le fer, comme le méthane (ou le butane) et le carbone, réagit avec le dioxygène.

Interprétation atomique de deux réactions simples de combustions.

Les molécules sont constituées d'atomes.

La disparition de tout ou partie des réactifs et la formation de produits correspond à un réarrangement d'atomes au sein de nouvelles molécules.

Compétences

Savoir que l'air est un mélange; connaître la proportion dioxygène/diazote dans l'air.

Mettre en évidence le caractère compressible d'un gaz.

Réaliser et décrire une expérience de combustion.

Identifier lors d'une réaction les réactifs (avant réaction) et les produits (après réaction).

Connaître le danger des combustions incomplètes.

Reconnaître un précipité.

Réaliser à la manière d'un jeu de construction le modèle moléculaire des réactifs et des produits des combustions du carbone et du méthane.

Connaître et interpréter les formules : O_2 , H_2O , CO_2 , CH_4 .



- utiliser un logiciel de présentation de molécules

- illustrer la conservation de la masse en prenant comme exemple la réaction en flacon étanche du carbonate de calcium avec de l'eau acidifiée

Comment peut-on obtenir du dioxygène ?

- à partir d'une bouteille de gaz comprimé
- par action du permanganate de potassium sur l'eau oxygénée
- mesurer le volume recueilli sur la cuve à l'eau
- effectuer un test du dioxygène (bûchette incandescente)
- recherche documentaire :
 - origine biologique du dioxygène
 - fonction chlorophyllienne

Substances naturelles et substances de synthèse.

- le dioxygène, le dioxyde de carbone et l'eau peuvent être obtenus par des réactions chimiques
- réalisation d'un arôme (par exemple celui de la banane)
- recherche documentaire sur les arômes, comparaison entre arôme naturel et arôme artificiel

Les atomes sont représentés par des symboles, les molécules par des formules. L'équation-bilan précise le sens de la réaction (la flèche va des réactifs vers les produits).

La masse totale est conservée au cours d'une réaction chimique.
[SVT : roches sédimentaires ; test du calcaire]

On peut obtenir le dioxygène :

- à partir de l'air dans l'industrie; il est alors livré comprimé en bouteilles
- par voie chimique, au laboratoire.

[SVT : fonction chlorophyllienne]

Le dioxygène, le dioxyde de carbone et l'eau obtenus par des réactions chimiques sont identiques à leurs équivalents « naturels ».

La chimie est la science de la transformation de la matière.

Savoir écrire les équations-bilans des combustions du carbone et du méthane et expliquer leur signification (les atomes présents dans les molécules des produits formés sont de même nature et en même nombre que dans les réactifs).

Schématiser et réaliser une expérience consistant à recueillir un gaz sur la cuve à eau.

Identifier le dioxygène.

Réaliser une étude documentaire.

Il est recommandé d'utiliser des modèles compacts, représentations plus fidèles des structures microscopiques. Les atomes seront représentés comme des sphères. Ils seront distingués par un symbole : aucune connaissance de leur structure ne sera apportée dans cette classe. Le professeur gardera à l'esprit que les opérations de désassemblage et de réassemblage des atomes au cours des manipulations des modèles compacts ne correspondent pas, en général, à de véritables mécanismes réactionnels.

L'écriture d'équations-bilans sera strictement limitée aux deux combustions étudiées, la notion de mole restant hors programme.

L'étude des réactions chimiques souligne l'universalité de la conservation de la masse. Au cours de transformations physiques (changements d'état), cette propriété est une conséquence de la conservation des molécules. Pour ce qui est des transformations chimiques, elle résulte de la conservation des atomes. Dans les deux cas, elle a pour conséquence la conservation de la masse. La compréhension claire de cette loi 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.

Si on réalise la synthèse d'un arôme, on pourra faire remarquer que les arômes naturels doivent leur richesse à des mélanges complexes, souvent de plus de cent substances. Les arômes de synthèse sont souvent constitués d'un seul composé et ou d'un mélange très simple. Exemples d'activités

3. Notre environnement (synthèse)

(durée conseillée : 2 heures)

Exemples d'activités

- étude documentaire (journal...)
- étude du milieu local
- élaboration d'un projet

Contenus-notions

Mise en œuvre de connaissances issues des rubriques précédentes sur un problème concret, si possible tiré de l'environnement de l'établissement.

Compétences

Savoir mobiliser dans une activité libre tout ou partie des compétences précédentes.

B. La lumière

(durée conseillée : 16 heures)

L'étude de cette rubrique dans une première approche de la physique-chimie se justifie par les raisons suivantes :

- la vision constitue l'un des aspects les plus marquants de la perception humaine de l'environnement ;
- cette rubrique est un terrain favorable pour une importante activité d'expérimentation raisonnée ;
- elle livre quelques éléments d'interprétation de phénomènes naturels observables par chacun d'entre nous ;



•elle permet la mise en œuvre de raisonnements rigoureux fondés sur quelques règles simples.

En particulier, on attend de cet enseignement :

- qu'il développe des aptitudes à la manipulation et des qualités de soin et de précision par des constructions graphiques associées aux expériences ;
- qu'il favorise la perception de l'espace ;
- qu'il donne aux élèves un début de confiance dans leur propre capacité à faire des prévisions et à mettre celles-ci à l'épreuve.

1. Sources de lumière

Exemples d'activités	Contenus-notions	Compétences
<p>Comment éclairer et voir un objet ? D'où vient la lumière ?</p> <p>Utiliser des sources primaires.</p> <p>Mettre en évidence une condition nécessaire pour la vision : l'entrée de la lumière dans l'œil.</p> <p>Mettre en évidence l'influence de la lumière incidente et de l'objet diffusant sur la couleur de celui-ci. Éclairer un écran blanc avec la lumière diffusée par un écran coloré.</p> <p>Obtenir un spectre continu. Rôle d'un filtre. Synthèses additive et soustractive des couleurs.</p> <p>Matérialiser un faisceau de lumière.</p>	<p>Sources primaires. <i>[SVT : la vision]</i></p> <p>Diffusion de la lumière : sources secondaires. Exemples de distinction : étoiles et planètes (satellites artificiels).</p> <p>Premières notions sur la couleur. <i>[Arts graphiques : la couleur]</i></p> <p>Le faisceau de lumière.</p>	<p>Citer quelques types de sources primaires.</p> <p>Savoir que « pour voir il faut recevoir de la lumière ».</p> <p>Prévoir si un écran diffusant peut en éclairer un autre en fonction des facteurs suivants : - localisations spatiales des deux écrans - l'écran diffusant est éclairé ou non.</p> <p>Faire le lien entre la couleur d'un objet et : - la lumière reçue, - la lumière absorbée.</p> <p>Expliquer pourquoi on peut « voir » des rayons de lumière « matérialisés » en milieu diffusant (dans l'espace à trois dimensions)</p>

En ce qui concerne les sources de lumière, l'idée essentielle est de distinguer les sources primaires et secondaires, et d'identifier dans diverses situations le sens de propagation de la lumière. Il convient dès le début de corriger la représentation selon laquelle l'œil émet de la lumière .

Pour une première approche de la diffusion, on développera l'idée que 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.



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 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, on évite des expressions abrégées telles que «du vert», «du 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. Exemples d'activités

2. Propagation rectiligne de la lumière

Exemples d'activités	Contenus-notions	Compétences
<p>Limitation d'un faisceau lumineux avec des écrans ou avec des « peignes ».</p> <p>Visées à travers des écrans troués : vérification de l'alignement des trous.</p> <p>Chambre noire.</p> <p>Observer des ombres avec des sources ponctuelles ou étendues.</p> <p>Retour sur la pénombre : observer la source en vision directe en mettant l'œil dans la zone de pénombre.</p>	<p>Modèle du rayon lumineux.</p> <p>Sens de propagation de la lumière.</p> <p>Ombres propres, ombres portées : interprétation en termes de rayons de lumière.</p> <p>Pénombres.</p>	<p>Faire un schéma représentant un faisceau lumineux.</p> <p>Représenter un rayon de lumière par un trait repéré par une flèche indiquant le sens de la propagation.</p> <p>Interpréter des ombres propres et portées en figurant des tracés rectilignes de lumière.</p> <p>Prévoir la forme d'ombres dans les cas suivants : source petite devant l'objet ; source grande devant l'objet.</p> <p>Prévoir ce que l'on verra, en vision directe, dans diverses situations, en fonction des positions relatives des objets, des sources et de l'œil.</p>
<p>Réaliser un modèle du système solaire.</p>	<p>Structure du système solaire. Phases de la Lune.</p> <p>Éclipses.</p> <p><i>[Géographie : le calendrier, les saisons]</i></p>	<p>Décrire simplement la structure du système solaire ainsi que celle du système Terre-Lune.</p> <p>Analyser de façon élémentaire les phases de la Lune ainsi que les éclipses.</p>
<p>Construire et utiliser un cadran solaire.</p>	<p>Vitesse de la lumière dans l'espace.</p> <p><i>[Mathématiques : puissances de 10. Ordres de grandeur]</i></p>	<p>Savoir que la lumière peut se propager sans le support d'un milieu matériel.</p> <p>Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide ($3 \cdot 10^8$ m/s).</p> <p>Connaître à une puissance de 10 près quelques ordres de grandeurs des distances dans l'univers ou des durées de propagation de la lumière qui leur correspondent.</p>



Pour introduire la propagation rectiligne de la lumière, on peut s'appuyer d'abord sur des manipulations où l'éclairement d'un écran témoigne de l'arrivée de la lumière en un point donné. L'analyse de situations d'éclairage en tout ou rien (successions de cartons troués, peignes, ombres) ou plus complexes (pénombre) permet une mise à l'épreuve, avec prévisions et vérifications, du modèle des rayons lumineux rectilignes.

L'interprétation de ce que l'on appelle souvent des « rayons de lumière matérialisés » fait appel aux concepts de diffusion de la lumière, de propagation rectiligne et de réception par l'œil.

3. L'œil, un détecteur de lumière

Exemples d'activités

Utiliser un montage électrique permettant une mesure de l'éclairement (photo-composants).

Expériences illustrant la persistance des impressions lumineuses.

Dessin animé.

Dessins de formes prêtant à illusion d'optique.

Contenus-notions

Détecteurs de lumière.

L'œil, un détecteur de lumière particulier.
Persistance des impressions lumineuses.
Effets perceptifs.

Compétences

Connaitre des détecteurs de lumière utilisés dans la vie courante.

Savoir que certains phénomènes souvent qualifiés d'illusions d'optique ne sont pas dus au trajet de la lumière mais au fonctionnement de la rétine et du cerveau.

La mise en évidence d'effets perceptifs est là pour souligner le rôle du cerveau dans le traitement de l'information reçue sur la rétine, mais ne doit donner lieu à aucun autre développement. La vision « nette » (formation de l'image rétinienne) n'est pas au programme de cette classe ; elle sera abordée avec les images en classe de 3^e.

C. Le courant électrique

(durée conseillée : 12 heures)

Cette rubrique présente un grand intérêt :

- pour des raisons évidentes d'importance dans la vie courante
- pour donner un début de vision unifiée de phénomènes déjà un peu familiers ;
- pour la richesse de l'aspect expérimental. Celui-ci présentera plusieurs composantes :
 - manipulations raisonnées d'appareils de mesure;
 - connaissance pratique des composants et des appareils.

Le travail de schématisation aura un statut différent de celui rencontré en optique : il s'agira ici d'apprendre à pratiquer des représentations codées.



1. Le courant électrique en circuit fermé

Exemples d'activités

Réaliser des circuits en boucle simple avec des piles, des lampes et des interrupteurs, des moteurs.

Réaliser des circuits en boucle simple avec des piles, des lampes et des interrupteurs, des moteurs.

Utiliser une diode pour déterminer le sens d'un courant ou imposer une absence de courant.

Utiliser une analogie (hydraulique ou mécanique).

Intercaler des échantillons métalliques dans un circuit électrique simple, comparer avec des échantillons d'autres substances.

Analyser les composants d'une lampe en termes d'isolants et de conducteurs.

Réaliser et schématiser des circuits simples comportant notamment des lampes et des diodes électroluminescentes en série et en dérivation.

Contenus-notions

Circulation d'un courant permanent. Rôle du générateur. Fermeture du circuit. Sens conventionnel du courant.

Circulation d'un courant permanent. Rôle du générateur. Fermeture du circuit. Sens conventionnel du courant.

[Citoyenneté : règles de sécurité électrique]

Conducteurs et isolants.

Dipôle : définition, dipôles en série, en dérivation, illustration dans des cas très simples.

Fil conducteur de connexion : son rôle en série et en dérivation avec d'autres dipôles (court-circuit).

Compétences

Réaliser à partir de leur schéma des circuits comportant des piles, des lampes, des moteurs, des diodes et interrupteurs.

Réaliser à partir de leur schéma des circuits comportant des piles, des lampes, des moteurs, des diodes et interrupteurs.

Savoir que les expériences ne doivent pas être réalisées avec le courant du secteur pour des raisons de sécurité.

Citer des conducteurs et des isolants usuels.

Identifier et être capable de réaliser des montages en série et en dérivation; savoir vérifier les effets des fils conducteurs de connexion.

À ce stade, le courant électrique est présenté de façon purement phénoménologique. L'étude de l'électrisation ainsi que la description microscopique du courant en terme de mouvement de porteurs de charges sont reportées en classe de 3^e.

On associe la double condition de fermeture du circuit et de la présence du générateur à l'existence d'un courant permanent.

Au cours de la réalisation de circuits simples, on pourra commencer à faire réfléchir les élèves sur les problèmes d'adaptabilité. On ne branche pas notamment n'importe quelle lampe sur n'importe quelle pile.

2. L'intensité et la tension en courant continu

Exemples d'activités

Effectuer des prévisions qualitatives sur des circuits avec dipôles en série et en parallèle, ouverts ou fermés.

Contenus-notions

Introduction qualitative des concepts d'intensité et de tension.

Compétences

Identifier les bornes d'une pile, mettre en évidence la tension entre ses bornes en circuit ouvert.



Mesurer une intensité avec un multimètre numérique.

Mesurer une tension avec un multimètre numérique.

Vérifier les lois concernant l'intensité :
– unicité dans un circuit en boucle simple;
Vérifier les lois concernant la tension :
– égalité des tensions aux bornes de deux dipôles en dérivation;
– additivité des tensions le long d'un circuit en boucle simple.

Montrer expérimentalement 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.
Montrer de même, qu'en changeant le circuit, par exemple en rajoutant une lampe en série, les valeurs des grandeurs changent, mais les lois demeurent.

Intensité : mesure, unité.

Tension : mesure, unité.

Loi de conservation vérifiée par l'intensité en courant continu.

Loi d'additivité vérifiée par la tension.

Le comportement d'un circuit en boucle simple est indépendant de l'ordre des dipôles associés en série qui le constituent.

Caractère universel (indépendant de l'objet) des deux lois précédentes.

Reconnaître qu'il peut y avoir une tension entre deux points entre lesquels ne passe aucun courant et qu'inversement un dipôle peut être parcouru par un courant sans tension notable entre ses bornes.

Mesurer une intensité. Connaître l'unité d'intensité, le mode de branchement d'un multimètre utilisé en ampèremètre.

Mesurer une tension. Connaître l'unité de tension, le mode de branchement d'un multimètre utilisé en voltmètre.

Connaître et vérifier la conservation de l'intensité en courant continu.

Connaître et savoir vérifier l'additivité de la tension.

Montrer que le courant qui traverse une pile dépend du circuit sur lequel elle est branchée.

Choisir dans un assortiment de lampes celle que l'on peut alimenter avec une pile donnée.

L'approche des deux grandeurs intensité et tension est opératoire. De façon qualitative, puis quantitative, on amène l'élève à identifier deux grandeurs qui s'opposent par le fait qu'elles obéissent à des lois différentes (conservation pour l'intensité I d'un courant continu, additivité pour la tension U le long d'un circuit série).

L'exposé de ces deux lois n'est pas fait dans le but de donner lieu à des exercices calculatoires mais dans celui de commencer à construire les concepts d'intensité et de tension en montrant comment ces deux grandeurs s'opposent par leur comportement.

Cette opposition se manifeste en particulier dans deux cas extrêmes :

– si U est nul et I différent de zéro (fil de connexion branché dans un circuit et traité comme un dipôle);



– si I est nul et U différent de zéro (interrupteur ouvert, diode en inverse).

La loi de conservation pour l'intensité sera étendue en classe de 3^e aux courants variables (dont l'intensité est fonction du temps). Elle reste une excellente approximation pour des courants de fréquences faibles (en particulier pour le courant du secteur).

Un circuit électrique est un ensemble d'éléments reliés entre eux dont chacun contribue au comportement global du circuit. Dans un circuit en série, l'ordre des éléments n'a pas d'importance.

On notera 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, sinon jamais, fait.