

ministère  
éducation  
nationale



*Physique - chimie  
Collège*

---

# Programme de physique - chimie

*- Classe de quatrième -*

*Ce programme intègre les modifications publiées au  
BO n°32 du 13 septembre 2007*

*Août 2007*

---

# 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<sup>ème</sup> ; 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 ; vitesse de la lumière) 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.

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 : 11 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
<p><b>COMPOSITION DE L'AIR</b></p> <p><b>De quoi est composé l'air que nous respirons ? Est-il un corps pur ?</b></p>		
<p>L'air est un mélange de dioxygène et diazote.</p> <p>Le dioxygène est nécessaire à la vie.</p> <p><i>Une fumée est constituée de micro-particules solides en suspension.</i></p>		<p>Étude de documents sur l'atmosphère et la composition de l'air, sur la respiration. [B2i]</p> <p>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...</p> <p>Rédaction d'un compte-rendu de l'enquête.</p>
<p>[<b>Thème</b> : Environnement et développement durable (la pollution atmosphérique) ; Santé (troubles liés à un air « non pur »<sup>1</sup>)]</p> <p>[<b>Technologie</b> : Énergie et environnement ; (effet de serre, énergies renouvelables)]</p> <p>[<b>Géographie</b> : l'atmosphère]</p> <p>[<b>SVT</b> : respiration]</p>		
<p><b>VOLUME ET MASSE DE L'AIR</b></p> <p><b>L'air a-t-il un volume propre ? A-t-il une masse ?</b></p>		
<p>L'état gazeux est un des états de la matière.</p> <p>Un gaz est compressible.</p>	<p>Interpréter une expérience par la matérialité de l'air.</p> <p>Mettre en évidence le caractère compressible d'un gaz.</p>	<p>Compression de l'air contenu dans un piston ou une seringue, associée à la mesure de sa pression.</p>
	<p><i>Utiliser un capteur de pression.</i></p>	
<p>Unités de volume et de masse</p> <p>1 L = 1 dm<sup>3</sup> ; 1 mL = 1 cm<sup>3</sup>.</p>	<p>Maîtriser les unités et les associer aux grandeurs correspondantes.</p>	
<p>Un litre d'air a une masse de l'ordre du gramme dans les conditions usuelles de température et de pression.</p> <p>Un volume donné de gaz possède une masse.</p>	<p>Mesurer des volumes ; mesurer des masses.</p>	<p><i>Dégonflage ou gonflage d'un ballon à volume constant associé à la mesure de sa masse.</i></p>
<p>[<b>Thème</b> : Météorologie et climatologie]</p> <p>[<b>Mathématiques</b> : grandeurs et mesures]</p> <p>[<b>Technologie</b> : Architecture et cadre de vie ; Énergie et environnement]</p>		

<sup>1</sup> 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
<b>UNE DESCRIPTION MOLÉCULAIRE POUR COMPRENDRE</b>		
<p>Un modèle particulaire pour interpréter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la compressibilité d'un gaz ;</li> <li>- la distinction entre mélange et corps pur pour l'air et la vapeur d'eau ;</li> <li>- la conservation de la masse lors des mélanges en solutions aqueuses et des changements d'état de l'eau.</li> </ul> <p>L'existence de la molécule.</p> <p>Les trois états de l'eau à travers la description moléculaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'état gazeux est dispersé et désordonné ;</li> <li>- l'état liquide est compact et désordonné ;</li> <li>- l'état solide est compact ; les solides cristallins sont ordonnés.</li> </ul>	<p>Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la compressibilité d'un gaz ;</li> <li>- les différences entre corps purs et mélanges ;</li> <li>- les différences entre les trois états physiques de l'eau ;</li> <li>- la conservation de la masse lors des mélanges en solutions aqueuses et des changements d'état de l'eau ;</li> <li>- la non compressibilité de l'eau ;</li> <li>- la diffusion d'un gaz dans l'air ou d'un soluté dans l'eau.</li> </ul>	<p>Étude documentaire sur l'histoire du modèle moléculaire. [B2i]</p>
		<p>Réalisation de mélanges en solutions aqueuses pour vérifier la conservation de la masse.</p> <p><i>Mise en évidence de la non compressibilité de l'eau.</i> <i>Mise en évidence de la diffusion d'un gaz odorant (parfum) dans l'air ou d'un colorant dans l'eau.</i></p>
	<p><i>Percevoir les différences entre réalité et simulation.</i></p>	<p><i>Observation et analyse de simulations concernant l'agitation moléculaire dans les liquides et les gaz.</i></p>
<p>[Histoire des sciences : De l'évolution du modèle moléculaire à la réalité de la molécule]</p> <p>[SVT : solidification du magma]</p>		
<b>LES COMBUSTIONS</b>		
<b>Qu'est-ce que brûler ?</b>		
<p>Une combustion nécessite la présence de réactifs (combustible et <i>comburant</i>) qui sont consommés au cours de la combustion ; de nouveaux produits se forment.</p>		
<p>La combustion du carbone nécessite du dioxygène et produit du dioxyde de carbone.</p> <p><i>Test du dioxyde de carbone : le dioxyde de carbone réagit avec l'eau de chaux pour donner un précipité de carbonate de calcium.</i></p>	<p>Réaliser, décrire et schématiser la combustion du carbone dans le dioxygène.</p> <p><i>Réaliser le test de reconnaissance du dioxyde de carbone.</i></p> <p>Identifier lors de la transformation les réactifs (avant transformation) et les produits (après transformation).</p>	<p>Réalisation de quelques transformations avec du dioxygène et caractérisation des produits formés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- combustion du carbone (morceau de fusain) dans le dioxygène, test du dioxyde de carbone, précipité de carbonate de calcium ;</li> <li>- combustion du butane et/ou du méthane, test du dioxyde de carbone et de l'eau formés.</li> </ul>
<p>La combustion du butane et/ou du méthane dans l'air nécessite du dioxygène et produit du dioxyde de carbone et de l'eau.</p> <p>Ces combustions libèrent de l'énergie.</p>	<p>Réaliser, décrire et schématiser la combustion du butane et/ou du méthane dans l'air.</p>	
<p>Certaines combustions incomplètes peuvent être dangereuses.</p>		<p>Étude documentaire [B2i] :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- danger des combustions incomplètes <i>et des combustions explosives</i> ;</li> <li>- <i>effets sur l'organisme humain du monoxyde de carbone</i> ;</li> </ul> <p>(prévention des accidents et des incendies, consignes en cas d'accident et d'incendie).</p>

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
<b>LES ATOMES POUR COMPRENDRE LA TRANSFORMATION CHIMIQUE</b>		
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 <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> et/ou CH <sub>4</sub> ).  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*<sup>2</sup> 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<sup>3</sup> ; 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...

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

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 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
<b>INTENSITÉ ET TENSION : DEUX GRANDEURS ÉLECTRIQUES ISSUES DE LA MESURE</b>		
<b>Quelles grandeurs électriques peut-on mesurer dans un circuit ?</b>		
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.  <i>Notion de branche et de nœud.</i>  <i>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.</i>	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.

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

### 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).

### 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.

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.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
<b>LA « RÉSISTANCE »</b>		
<b>Quelle est l'influence d'une « résistance » dans un circuit électrique série ?</b>		
<p>Pour un générateur donné, dans un circuit électrique série :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>l'intensité du courant électrique dépend de la valeur de la « résistance » ;</li> <li>plus la « résistance » est grande, plus l'intensité du courant électrique est petite ;</li> <li>l'intensité du courant ne dépend pas de la place de la « résistance ».</li> </ul> <p>L'ohm (<math>\Omega</math>) est l'unité de résistance électrique du SI.</p>	<p>Observer expérimentalement l'influence de la résistance électrique sur la valeur de l'intensité du courant électrique.</p> <p>Utiliser un multimètre en ohmmètre.</p>	<p>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.</p> <p>Utilisation d'un multimètre en ohmmètre.</p>
<p>Le générateur fournit de l'énergie à la résistance qui la transfère essentiellement à l'extérieur sous forme de chaleur (transfert thermique).</p>		<p>Recherche documentaire sur les appareils électriques domestiques chauffants (radiateur, grille-pain, sèche cheveux, fer à repasser...).</p> <p>Comportement du filament d'une lampe à incandescence soumis à différentes tensions.</p>
<p>[Mathématiques : notation scientifique, ordre de grandeur]</p> <p>[Thème : Énergie]</p>		
<b>LA LOI D'OHM</b>		
<b>Comment varie l'intensité du courant électrique dans une « résistance » quand on augmente la tension électrique à ses bornes ?</b>		
<p>Énoncé de la loi d'Ohm et relation la traduisant en précisant les unités.</p> <p>Un dipôle ohmique satisfait à la loi d'Ohm ; il est caractérisé par une grandeur appelée résistance électrique.</p> <p>Sécurité : coupe-circuit.</p>	<p>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.</p> <p>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.</p>	<p>Construction point par point de la caractéristique d'une « résistance ».</p> <p>Construction à l'aide d'un tableur-grapheur de la caractéristique d'une « résistance » [B2i]</p> <p>Acquisition de cette même caractéristique à l'ordinateur.</p>
<p>[Mathématiques : tableau de données, représentations graphiques et proportionnalité, grandeur quotient]</p> <p>[Histoire des sciences : qu'est-ce qu'une loi ?]</p> <p>[Thème : Sécurité ; Énergie]</p> <p>[Technologie : architecture et habitat, domotique ; environnement et énergie (réalisation d'un produit)]</p>		

### 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

*Durée conseillée : 9 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
<b>LUMIERES COLORÉES ET COULEUR DES OBJETS</b>		
<b>Comment obtenir des lumières colorées?</b>		
La lumière blanche est composée de lumières colorées.  <i>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.</i>	<i>Réaliser la décomposition de la lumière en utilisant un prisme ou un réseau.</i>	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.
<i>Des lumières de couleurs bleue, rouge et verte permettent de reconstituer des lumières colorées et la lumière blanche par synthèse additive.</i>	<i>Obtenir des lumières colorées par superposition de lumières colorées.</i>	Obtention de lumières colorées par superposition de lumières colorées.  <i>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]</i>
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.	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.
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.		<i>Activités documentaires : - utilisation des filtres colorés ; - éclairages de scènes, jeux de lumière... Recherche documentaire : - présentation des récepteurs de la vision diurne.</i>
[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<sup>4</sup> 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.

### 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

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.

perception de notre environnement par nos yeux ? », cette rubrique propose une première analyse de la formation des images

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
<b>LENTILLES MINCES : Foyers et Images</b>		
<b>Comment obtient-on une image à l'aide d'une lentille mince convergente ?</b>		
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. <i>Utilisation d'un logiciel montrant le trajet des faisceaux de lumière.</i> [B2i] <i>Recherche documentaire et présentation : histoire de l'invention de la lentille.</i>  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.	<i>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.</i> <i>Recherche documentaire : risque d'incendie avec un tesson de bouteille en forêt.</i>
La vision résulte de la formation d'une image sur la rétine, interprétée par le cerveau.  Les verres correcteurs et les lentilles de contact correctrices sont des lentilles convergentes ou divergentes.	Identifier les éléments de l'œil sur un modèle élémentaire (ensemble des parties transparentes de l'œil/ lentille, rétine/écran).  <i>Réaliser des expériences pour expliquer et corriger les défauts de l'œil (myopie, hypermétropie).</i>	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.
[Thème : Sécurité, Énergie]		
[SVT : organe sensoriel = récepteur, observation à l'œil nu, à la loupe (classe de 4 <sup>ème</sup> )]		
[Arts plastiques : l'image]		

<sup>4</sup> 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

**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<sup>5</sup> 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.

**C3 - Vitesses de la lumière**

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.

Connaissances	Capacités	Exemples d'activités
<b>Dans quels milieux et à quelle vitesse se propage la lumière ?</b>		
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 ( $3 \times 10^8$ m/s ou 300 000 km/s).	Faire des calculs entre distance, vitesse et durée.	Études documentaires : - <i>détermination historique de la valeur de la vitesse de la lumière</i> ; - <i>recherche des valeurs de la vitesse de la lumière dans des milieux transparents usuels (eau, verre...)</i> ; <i>comparaison avec celle dans le vide et l'air.</i> [B2i]
<i>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.</i>		

**Commentaires :**

En ce qui concerne la vitesse de la lumière, 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.

<sup>5</sup> 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 réfléchi et diffusée, pour une autre transférée sous forme thermique à la surface de celle-ci.