

# Physique-chimie

Classe de première, enseignement de spécialité

# Préambule

## ■ Objectifs de formation

En classe de première de la voie générale, les élèves qui suivent l'enseignement de spécialité de physique-chimie expriment leur goût des sciences et font le choix d'acquérir les modes de raisonnement inhérents à une formation par les sciences expérimentales. Ils se projettent ainsi dans un parcours qui leur ouvre la voie des études supérieures relevant des domaines des sciences expérimentales, de la médecine, de la technologie, de l'ingénierie, de l'informatique, des mathématiques, etc. La physique-chimie, science à la fois fondamentale et appliquée, contribue de manière essentielle à l'acquisition d'un corpus de savoirs et de savoir-faire indispensables, notamment dans le cadre de l'apprentissage des sciences de l'ingénieur et des sciences de la vie et de la Terre et, en même temps, constitue un terrain privilégié de contextualisation pour les mathématiques ou l'informatique.

Le programme de physique-chimie de la classe de première s'inscrit dans la continuité de celui de la classe de seconde, en promouvant la **pratique expérimentale** et l'activité de **modélisation** et en proposant une approche concrète et **contextualisée** des concepts et phénomènes étudiés. La démarche de **modélisation** y occupe donc une place centrale pour former les élèves à établir un lien entre le « monde » des objets, des expériences, des faits et celui des modèles et des théories. Aussi l'enseignement proposé s'attache-t-il à poursuivre l'acquisition des principaux éléments constitutifs de cette démarche.

En physique comme en chimie, les thèmes de seconde sont prolongés. Leur étude sera poursuivie dans le cadre de l'enseignement de spécialité de la classe de terminale, permettant ainsi à l'élève d'étudier progressivement, dans la continuité et de manière approfondie, un nombre volontairement restreint de sujets dont les vertus formatrices sont avérées pour une préparation efficace à l'enseignement supérieur. Les savoirs et savoir-faire travaillés complètent, par ailleurs, ceux mobilisés dans le cadre du programme de l'enseignement scientifique.

## ■ Organisation des programmes

En cohérence avec les programmes des classes du collège et de seconde, celui de la classe de première est structuré autour des quatre thèmes : **Constitution et transformations de la matière, Mouvement et interactions, L'énergie : conversions et transferts, Ondes et signaux**. Ces thèmes permettent de prendre appui sur de nombreuses situations de la vie quotidienne et de contribuer à un dialogue fructueux avec les autres disciplines scientifiques. Ils fournissent l'opportunité de faire émerger la cohérence d'ensemble du programme sur :

- des notions transversales (modèles, variations et bilans, réponse à une action, etc.) ;
- des notions liées aux valeurs des grandeurs (ordres de grandeur, mesures et incertitudes, unités, etc.) ;
- des dispositifs expérimentaux et numériques (capteurs, instruments de mesure, microcontrôleurs, etc.) ;
- des notions mathématiques (situations de proportionnalité, grandeurs quotient, puissances de dix,

- fonctions, vecteurs, etc.) ;
- des notions en lien avec les sciences numériques (programmation, simulation, etc.).

Chaque thème comporte une introduction spécifique indiquant les objectifs de formation, les domaines d'application et un rappel des notions abordées dans les classes de seconde ou au collège. Elle est complétée par un tableau en deux colonnes identifiant, d'une part, les notions et contenus à connaître, d'autre part, les capacités exigibles ainsi que les **activités expérimentales** supports de la formation. Par ailleurs, des capacités mathématiques et numériques sont mentionnées ; le langage de programmation conseillé est le langage Python.

La présentation du programme n'impose pas l'ordre de sa mise en œuvre par le professeur, laquelle relève de sa liberté pédagogique. En classe de première, une identification des capacités expérimentales à faire acquérir aux élèves dans le cadre des activités expérimentales est établie.

## ■ Les compétences de la démarche scientifique

Les compétences retenues pour caractériser la démarche scientifique visent à structurer la formation et l'évaluation des élèves. L'ordre de leur présentation ne préjuge en rien de celui dans lequel les compétences sont mobilisées par l'élève dans le cadre d'activités. Quelques exemples de capacités associées précisent les contours de chaque compétence, l'ensemble n'ayant pas vocation à constituer un cadre rigide.

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
<b>S'approprier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Énoncer une problématique</li> <li>– Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée</li> <li>– Représenter la situation par un schéma</li> </ul>
<b>Analyser/ Raisonner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Formuler des hypothèses</li> <li>– Proposer une stratégie de résolution</li> <li>– Planifier des tâches</li> <li>– Évaluer des ordres de grandeur</li> <li>– Choisir un modèle ou des lois pertinentes</li> <li>– Choisir, élaborer, justifier un protocole</li> <li>– Faire des prévisions à l'aide d'un modèle</li> <li>– Procéder à des analogies</li> </ul>
<b>Réaliser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mettre en œuvre les étapes d'une démarche</li> <li>– Utiliser un modèle</li> <li>– Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.)</li> <li>– Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité</li> </ul>
<b>Valider</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance</li> <li>– Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence</li> <li>– Confronter un modèle à des résultats expérimentaux</li> <li>– Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle</li> </ul>

<b>Communiquer</b>	<p>À l'écrit comme à l'oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ;</li> <li>– utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés</li> <li>– échanger entre pairs.</li> </ul>
--------------------	---

Le niveau de maîtrise de ces compétences dépend de **l'autonomie et de l'initiative** requises dans les activités proposées aux élèves sur les notions et capacités exigibles du programme. La mise en œuvre des programmes doit aussi être l'occasion d'aborder avec les élèves la finalité et le fonctionnement de la physique-chimie, des questions citoyennes mettant en jeu la responsabilité individuelle et collective, la **sécurité** pour soi et pour autrui, l'éducation à **l'environnement** et au **développement durable**.

## ■ Repères pour l'enseignement

Le professeur est invité :

- à privilégier la mise en activité des élèves en évitant tout dogmatisme ;
- à permettre et à encadrer l'expression par les élèves de leurs conceptions initiales ;
- à valoriser **l'approche expérimentale** ;
- à contextualiser les apprentissages pour leur donner du sens ;
- à procéder régulièrement à des **synthèses** pour expliciter et structurer les savoirs et savoir-faire et à les appliquer dans des contextes différents ;
- à tisser des liens aussi bien entre les notions du programme qu'avec les autres enseignements, notamment les mathématiques, les sciences de la vie et de la Terre, les sciences de l'ingénieur et l'enseignement scientifique, commun à tous les élèves de la voie générale ;
- à favoriser l'acquisition d'automatismes et à développer l'autonomie des élèves en proposant des temps de travail personnel ou en groupe, dans et hors la classe.

Dès qu'elle est possible, une mise en perspective des savoirs avec **l'histoire des sciences** et **l'actualité scientifique** est fortement recommandée. Le recours ponctuel à des « **résolutions de problèmes** » est encouragé, ces activités contribuant efficacement à l'acquisition des compétences de la démarche scientifique.

## ■ Mesure et incertitudes

En complément du programme de la classe de seconde, celui de la classe de première introduit l'évaluation de type B d'une incertitude-type, par exemple dans le cas d'une mesure unique effectuée avec un instrument de mesure dont les caractéristiques sont données. Lorsqu'elle est pertinente, la comparaison d'un résultat avec une valeur de référence est conduite de manière qualitative ; un critère quantitatif est introduit dans le programme de spécialité physique-chimie de la classe de terminale.

De même, les incertitudes composées sont abordées en classe de terminale.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.	Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : histogramme, moyenne et écart-type. Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole. Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes. <b>Capacité numérique</b> : Représenter l'histogramme associé à une série de mesures à l'aide d'un tableur.
Incertitude-type.	Définir qualitativement une incertitude-type. Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (évaluation de type A). Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une autre approche que statistique (évaluation de type B).
Écriture du résultat. Valeur de référence.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

## Contenus disciplinaires

### ■ Constitution et transformations de la matière

#### 1. Suivi de l'évolution d'un système, siège d'une transformation

Cette partie poursuit l'étude de la modélisation macroscopique de la transformation chimique d'un système.

Les notions de masse molaire, volume molaire et concentration (en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) sont introduites pour déterminer la composition d'un système chimique. Pour décrire l'évolution d'un système, siège d'une transformation chimique, des bilans de matière complets sont effectués en s'appuyant sur la notion d'avancement (en mol).

Les réactions d'oxydo-réduction, modélisant les transformations impliquant un transfert d'électron(s) entre

espèces chimiques, sont introduites puis réinvesties pour suivre l'évolution d'un système. Certaines de ces réactions font intervenir des réactifs ou des produits colorés et permettent d'appréhender plus aisément l'évolution d'un système au cours d'un titrage et de repérer l'équivalence.

Pour rendre plus concrète l'introduction de l'ensemble des nouveaux concepts, des exemples dans des domaines variés seront proposés pour les transformations et les titrages : combustion, corrosion, détartrage, contrôle qualité, analyse de produits d'usages courants, surveillance environnementale, analyses biologiques, etc.

### Notions abordées en seconde

Quantité de matière (mol), constante d'Avogadro, solution, soluté, concentration ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), dosage par étalonnage, modélisation d'une transformation par une réaction chimique, équation de réaction, notion de réactif limitant.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<b>A) Détermination de la composition du système initial à l'aide de grandeurs physiques</b>	
<p>Relation entre masse molaire d'une espèce, masse des entités et constante d'Avogadro. Masse molaire atomique d'un élément. Volume molaire d'un gaz.</p> <p>Concentration en <math>\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}</math>.</p> <p>Absorbance, spectre d'absorption, couleur d'une espèce en solution, loi de Beer-Lambert.</p>	<p>Déterminer la masse molaire d'une espèce à partir des masses molaires atomiques des éléments qui la composent. Déterminer la quantité de matière contenue dans un échantillon de corps pur à partir de sa masse et du tableau périodique. Utiliser le volume molaire d'un gaz pour déterminer une quantité de matière. Déterminer la quantité de matière de chaque espèce dans un mélange (liquide ou solide) à partir de sa composition.</p> <p>Déterminer la quantité de matière d'un soluté à partir de sa concentration en <math>\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}</math> ou en <math>\text{g}\cdot\text{L}^{-1}</math> et du volume de solution.</p> <p>Expliquer ou prévoir la couleur d'une espèce en solution à partir de son spectre UV-visible. Déterminer la concentration d'un soluté à partir de données expérimentales relatives à l'absorbance de solutions de concentrations connues.</p> <p><b>Proposer et mettre en œuvre un protocole pour réaliser une gamme étalon et déterminer la concentration d'une espèce colorée en solution par des mesures d'absorbance. Tester les limites d'utilisation du protocole.</b></p>
<b>B) Suivi et modélisation de l'évolution d'un système chimique</b>	
<p>Transformation modélisée par une réaction d'oxydo-réduction : oxydant, réducteur, couple oxydant-réducteur, demi-équation électronique.</p>	<p>À partir de données expérimentales, identifier le transfert d'électrons entre deux réactifs et le modéliser par des demi-équations électroniques et par une réaction d'oxydo-réduction. Établir une équation de la réaction entre un oxydant et un réducteur, les couples oxydant-réducteur étant donnés.</p> <p><b>Mettre en œuvre des transformations modélisées par des réactions d'oxydo-réduction.</b></p>

<p>Évolution des quantités de matière lors d'une transformation.</p> <p>État initial, notion d'avancement (mol), tableau d'avancement, état final.</p> <p>Avancement final, avancement maximal.</p> <p>Transformations totale et non totale.</p> <p>Mélanges stœchiométriques.</p>	<p>Décrire qualitativement l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques lors d'une transformation.</p> <p>Établir le tableau d'avancement d'une transformation chimique à partir de l'équation de la réaction et des quantités de matière initiales des espèces chimiques.</p> <p>Déterminer la composition du système dans l'état final en fonction de sa composition initiale pour une transformation considérée comme totale.</p> <p>Déterminer l'avancement final d'une réaction à partir de la description de l'état final et comparer à l'avancement maximal.</p> <p><b>Déterminer la composition de l'état final d'un système et l'avancement final d'une réaction.</b></p> <p><b>Capacité numérique :</b> Déterminer la composition de l'état final d'un système siège d'une transformation chimique totale à l'aide d'un langage de programmation.</p> <p><b>Capacité mathématique :</b> Utiliser une équation linéaire du premier degré.</p>
--	--

### C) Détermination d'une quantité de matière grâce à une transformation chimique

<p>Titration avec suivi colorimétrique.</p> <p>Réaction d'oxydo-réduction support du titrage ; changement de réactif limitant au cours du titrage.</p> <p>Définition et repérage de l'équivalence.</p>	<p>Relier qualitativement l'évolution des quantités de matière de réactifs et de produits à l'état final à la quantité de solution titrante ajoutée.</p> <p>Relier l'équivalence au changement de réactif limitant et à l'introduction des réactifs en proportions stœchiométriques.</p> <p>Établir la relation entre les quantités de matière de réactifs introduites pour atteindre l'équivalence.</p> <p>Expliquer ou prévoir le changement de couleur observé à l'équivalence d'un titrage mettant en jeu une espèce colorée.</p> <p><b>Réaliser un titrage direct avec repérage colorimétrique de l'équivalence pour déterminer la quantité de matière d'une espèce dans un échantillon.</b></p>
--	---

## 2. De la structure des entités aux propriétés physiques de la matière

Cette partie poursuit la modélisation microscopique de la matière et illustre la démarche de modélisation consistant à rendre compte de certaines propriétés macroscopiques des espèces chimiques grâce à la structure et aux propriétés des entités à l'échelle microscopique. L'écriture des schémas de Lewis est désormais exigible et conduit à prévoir la géométrie des entités qui, associée au concept d'électronégativité, permet de déterminer leur caractère polaire ou non polaire.

Le constat d'une cohésion à l'échelle macroscopique des liquides et des solides est l'occasion d'introduire, au niveau microscopique, le concept d'interaction entre entités, notamment l'interaction par pont hydrogène. Les différents types d'interaction sont ensuite réinvestis pour rendre compte d'opérations courantes au laboratoire de chimie : dissolution d'un composé solide ionique ou moléculaire dans un solvant et extraction liquide-liquide d'une espèce chimique.

## Notions abordées en seconde

Tableau périodique, analyse de configuration électronique, électrons de valence, stabilité des gaz nobles, ions monoatomiques, modèle de la liaison covalente, lecture de schémas de Lewis de molécules, solution, solutés, solvant, concentration maximale d'un soluté (solubilité).

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<b>A) De la structure à la polarité d'une entité</b>	
Schéma de Lewis d'une molécule, d'un ion mono ou polyatomique. Lacune électronique. Géométrie des entités.	Établir le schéma de Lewis de molécules et d'ions mono ou polyatomiques, à partir du tableau périodique : O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , HCl, H <sup>+</sup> , H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , OH <sup>-</sup> , O <sup>2-</sup> . Interpréter la géométrie d'une entité à partir de son schéma de Lewis. <b>Utiliser des modèles moléculaires ou des logiciels de représentation moléculaire pour visualiser la géométrie d'une entité.</b>
Électronégativité des atomes, évolution dans le tableau périodique. Polarisation d'une liaison covalente, polarité d'une entité moléculaire.	Déterminer le caractère polaire d'une liaison à partir de la donnée de l'électronégativité des atomes. Déterminer le caractère polaire ou apolaire d'une entité moléculaire à partir de sa géométrie et de la polarité de ses liaisons.
<b>B) De la structure des entités à la cohésion et à la solubilité/miscibilité d'espèces chimiques</b>	
Cohésion dans un solide. Modélisation par des interactions entre ions, entre entités polaires, entre entités apolaires et/ou par pont hydrogène.  Dissolution des solides ioniques dans l'eau. Équation de réaction de dissolution.  Extraction par un solvant. Solubilité dans un solvant. Miscibilité de deux liquides.	Expliquer la cohésion au sein de composés solides ioniques et moléculaires par l'analyse des interactions entre entités.  Expliquer la capacité de l'eau à dissocier une espèce ionique et à solvater les ions. Modéliser, au niveau macroscopique, la dissolution d'un composé ionique dans l'eau par une équation de réaction, en utilisant les notations (s) et (aq). Calculer la concentration des ions dans la solution obtenue.  Expliquer ou prévoir la solubilité d'une espèce chimique dans un solvant par l'analyse des interactions entre les entités. <b>Comparer la solubilité d'une espèce solide dans différents solvants (purs ou en mélange).</b> Interpréter un protocole d'extraction liquide-liquide à partir des valeurs de solubilités de l'espèce chimique dans les deux solvants. <b>Choisir un solvant et mettre en œuvre un protocole d'extraction liquide-liquide d'un soluté moléculaire.</b>



Hydrophilie/lipophilie/amphiphilie  
d'une espèce chimique organique.

Expliquer le caractère amphiphile et les propriétés lavantes d'un savon à partir de la formule semi-développée de ses entités. Citer des applications usuelles de tensioactifs.

**Illustrer les propriétés des savons.**

### 3. Propriétés physico-chimiques, synthèses et combustions d'espèces chimiques organiques

Cette partie vise à fournir une première approche de la chimie organique en réinvestissant les notions précédemment acquises – schéma de Lewis, géométrie et polarité des entités, interactions entre entités et énergie de liaison – pour interpréter certaines étapes d'un protocole de synthèse et rendre compte de l'exothermicité des combustions.

Les notions de chaînes carbonées, de groupes caractéristiques, et de familles de composés sont introduites. Au niveau de la nomenclature, il est uniquement attendu en classe de première que les élèves justifient la relation entre nom et formule semi-développée de molécules comportant un seul groupe caractéristique.

La synthèse d'une espèce chimique organique permet de réinvestir les bilans de matière pour parvenir à la notion de rendement. Il est recommandé de proposer la synthèse d'un composé solide et celle d'un composé liquide pour diversifier les techniques d'isolement, de purification et d'analyse (ester et savon, par exemple).

La matière organique est transformée dans le vivant, au laboratoire ou dans l'industrie pour produire de très nombreuses espèces chimiques organiques. Elle est aussi exploitée, en tant que combustibles, dans divers dispositifs de chauffage ou de production d'énergie électrique. L'énergie dégagée par les transformations chimiques exothermiques, introduite en classe de seconde, est associée, en classe de première, aux énergies mises en jeu lors des ruptures et formations de liaisons.

Cette partie permet, en prenant appui sur des applications concrètes, d'illustrer le caractère opérationnel de la chimie, de faire prendre conscience des évolutions qu'elle a permises dans l'histoire de l'humanité et des défis scientifiques auxquels elle doit faire face en termes d'efficacité ou d'empreinte environnementale : synthèses de médicaments, utilisation de l'eau comme solvant, combustibles fossiles *versus* carburants agro-sourcés, méthanisation, etc. Ces problématiques peuvent constituer une source supplémentaire d'intérêt et de motivation pour les élèves.

#### Notions abordées en seconde

Synthèse d'une espèce chimique existant dans la nature, montage à reflux, chromatographie sur couche mince, réactions de combustion, transformations chimiques exothermiques et endothermiques.

#### Notions et contenus

#### Capacités exigibles

#### Activités expérimentales support de la formation

#### A) Structure des entités organiques

Formules brutes et semi-développées.  
Squelettes carbonés saturés, groupes caractéristiques et familles de composés.

Lien entre le nom et la formule semi-développée.

Identifier, à partir d'une formule semi-développée, les groupes caractéristiques associés aux familles de composés : alcool, aldéhyde, cétone et acide carboxylique.

Justifier le nom associé à la formule semi-développée de molécules simples possédant un seul groupe caractéristique et inversement.

<p>Identification des groupes caractéristiques par spectroscopie infrarouge.</p>	<p>Exploiter, à partir de données tabulées, un spectre d'absorption infrarouge. <b>Utiliser des modèles moléculaires ou des logiciels pour visualiser la géométrie de molécules organiques.</b></p>
<p><b>B) Synthèses d'espèces chimiques organiques</b></p>	
<p>Étapes d'un protocole.</p> <p>Rendement d'une synthèse.</p>	<p>Identifier, dans un protocole, les étapes de transformation des réactifs, d'isolement, de purification et d'analyse (identification, pureté) du produit synthétisé. Justifier, à partir des propriétés physico-chimiques des réactifs et produits, le choix de méthodes d'isolement, de purification ou d'analyse.</p> <p>Déterminer, à partir d'un protocole et de données expérimentales, le rendement d'une synthèse. Schématiser des dispositifs expérimentaux des étapes d'une synthèse et les légender. <b>Mettre en œuvre un montage à reflux pour synthétiser une espèce chimique organique.</b> <b>Mettre en œuvre une extraction liquide-liquide, une filtration, une distillation fractionnée, un lavage pour isoler et purifier un produit.</b> <b>Mettre en œuvre une chromatographie sur couche mince ou une mesure de température de changement d'état pour analyser un produit.</b></p>
<p><b>C) Conversion de l'énergie stockée dans la matière organique</b></p>	
<p>Combustibles organiques usuels.</p> <p>Modélisation d'une combustion par une réaction d'oxydo-réduction.</p> <p>Énergie molaire de réaction (<math>\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}</math>), pouvoir calorifique (<math>\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}</math>), énergie libérée lors d'une combustion (J). Interprétation microscopique en phase gazeuse : modification des structures moléculaires, énergie de liaison.</p> <p>Combustions et enjeux de société.</p>	<p>Citer des exemples de combustibles usuels.</p> <p>Écrire l'équation de réaction de combustion complète d'un alcane et d'un alcool.</p> <p>Estimer l'énergie molaire de réaction pour une transformation en phase gazeuse à partir de la donnée des énergies des liaisons. <b>Mettre en œuvre une expérience pour estimer le pouvoir calorifique d'un combustible.</b></p> <p>Citer des applications usuelles qui mettent en œuvre des combustions et les risques associés. Citer des axes d'étude actuels d'applications s'inscrivant dans une perspective de développement durable.</p>

## ■ Mouvement et interactions

La mécanique est un domaine très riche du point de vue de l'observation et de l'expérience, mais aussi du point de vue conceptuel et méthodologique. Elle permet d'illustrer de façon pertinente la démarche de modélisation. Deux caractéristiques inhérentes à l'apprentissage de la mécanique méritent d'être soulignées :

- l'immédiateté et la familiarité des situations de mouvement et d'interactions qui ont permis d'ancrer chez les élèves des raisonnements spontanés souvent opératoires et donc à déconstruire ;
- la nécessaire mise en place de savoirs et savoir-faire d'ordre mathématique dont la maîtrise conditionne l'accès aux finalités et concepts propres à la mécanique.

Le programme de l'enseignement de spécialité de la classe de première complète les connaissances des élèves en lien avec des modèles d'interaction ; les interactions gravitationnelles et électrostatiques permettent aussi une première introduction à la notion de champ. La description d'un fluide au repos fournit l'occasion de décrire les actions exercées par un fluide. Enfin, dans la continuité du programme de la classe de seconde, un lien quantitatif entre la force appliquée à un système et la variation de sa vitesse est construit, d'abord à travers une formulation approchée de la deuxième loi de Newton, puis, dans la partie du programme dédiée au thème **Énergie : conversions et transferts**, en adoptant un point de vue énergétique.

Il ne s'agit nullement de proposer aux élèves une présentation décontextualisée de la mécanique. Au contraire, les situations d'étude ou d'application sont nombreuses dans des domaines aussi variés que les transports, l'aéronautique, l'exploration spatiale, la biophysique, le sport, la géophysique, la planétologie, l'astrophysique. Par ailleurs, l'étude de la mécanique fournit d'excellentes opportunités de faire référence à l'histoire des sciences. Le fait de montrer qu'un même ensemble de notions permet de traiter des situations et des phénomènes d'échelles très diverses constitue un objectif de formation à part entière.

Lors des activités expérimentales, il est possible d'utiliser les outils courants de captation et de traitement d'images, ainsi que les nombreux capteurs présents dans les smartphones. L'activité de simulation peut également être mise à profit pour exploiter des modèles à des échelles d'espace ou de temps difficilement accessibles à l'expérimentation. Ce thème est l'occasion de développer des capacités de programmation, par exemple pour simuler et analyser le mouvement d'un système.

Au-delà des problématiques liées à la mise en place d'un modèle – s'appuyant ici sur la deuxième loi de Newton – la mécanique permet d'illustrer la physique comme science de la description des systèmes matériels en évolution.

### Notions abordées en seconde

Référentiel, vecteur position, vecteur vitesse, variation du vecteur vitesse, exemples de forces, principe d'inertie. Charge électrique élémentaire.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<b>1. Interactions fondamentales et introduction à la notion de champ</b>	
Charge électrique, interaction électrostatique, influence électrostatique. Loi de Coulomb.	Interpréter des expériences mettant en jeu l'interaction électrostatique. Utiliser la loi de Coulomb. Citer les analogies entre la loi de Coulomb et la loi d'interaction gravitationnelle.

<p>Force de gravitation et champ de gravitation. Force électrostatique et champ électrostatique.</p>	<p>Utiliser les expressions vectorielles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– de la force de gravitation et du champ de gravitation ;</li> <li>– de la force électrostatique et du champ électrostatique.</li> </ul> <p>Caractériser localement une ligne de champ électrostatique ou de champ de gravitation. <b>Illustrer l'interaction électrostatique. Cartographier un champ électrostatique.</b></p>
<p><b>2. Description d'un fluide au repos</b></p>	
<p>Échelles de description. Grandeurs macroscopiques de description d'un fluide au repos : masse volumique, pression, température.</p> <p>Modèle de comportement d'un gaz : loi de Mariotte.</p> <p>Actions exercées par un fluide sur une surface : forces pressantes.</p> <p>Loi fondamentale de la statique des fluides.</p>	<p>Expliquer qualitativement le lien entre les grandeurs macroscopiques de description d'un fluide et le comportement microscopique des entités qui le constituent.</p> <p>Utiliser la loi de Mariotte. <b>Tester la loi de Mariotte, par exemple en utilisant un dispositif comportant un microcontrôleur.</b></p> <p>Exploiter la relation <math>F = P.S</math> pour déterminer la force pressante exercée par un fluide sur une surface plane <math>S</math> soumise à la pression <math>P</math>.</p> <p>Dans le cas d'un fluide incompressible au repos, utiliser la relation fournie exprimant la loi fondamentale de la statique des fluides : <math>P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2)</math>. <b>Tester la loi fondamentale de la statique des fluides.</b></p>
<p><b>3. Mouvement d'un système</b></p>	
<p>Lien entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci. Rôle de la masse.</p>	<p>Utiliser la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pour en déduire une estimation de la variation de vitesse entre deux instants voisins, les forces appliquées au système étant connues ;</li> <li>– pour en déduire une estimation des forces appliquées au système, le comportement cinématique étant connu.</li> </ul> <p><b>Réaliser et exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système modélisé par un point matériel en mouvement pour construire les vecteurs variation de vitesse. Tester la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées au système.</b></p> <p><b>Capacité numérique :</b> Utiliser un langage de programmation pour étudier la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci.</p> <p><b>Capacité mathématique :</b> Sommer et soustraire des vecteurs.</p>

## ■ L'énergie : conversions et transferts

### 1. Aspects énergétiques des phénomènes électriques

L'électricité est un domaine très présent au travers de ses multiples applications et riche, tant d'un point de vue conceptuel, que méthodologique et expérimental.

Dans la continuité du programme de seconde, cette partie met l'accent sur l'utilisation de dipôles électriques simples pour modéliser le comportement de systèmes électriques utilisés dans la vie quotidienne ou en laboratoire : générateurs, dont les piles, et capteurs. En évitant soigneusement toute confusion entre les concepts d'électricité et d'énergie, l'enjeu est d'analyser quelques situations typiques à l'aide de concepts énergétiques préalablement construits, notamment au collège. L'électricité est en effet un thème propice à l'étude de bilans énergétiques. La problématique de l'efficacité d'une conversion énergétique, fondamentale pour les enjeux environnementaux, est également abordée.

L'application de ces notions renvoie à de nombreux secteurs d'activités : télécommunications, transports, environnement, météorologie, santé, bioélectricité, etc. Dans tous ces domaines, des capteurs très divers, associés à des circuits électriques, sont utilisés pour mesurer des grandeurs physiques. Le programme permet d'aborder toutes ces applications avec un point de vue énergétique. La mise en œuvre de cette partie du programme est l'occasion d'utiliser des multimètres, des microcontrôleurs associés à des capteurs, des smartphones, des cartes d'acquisitions, des oscilloscopes, etc.

#### Notions abordées au collège (cycle 4) et en seconde

Énergie, puissance, relation entre puissance et énergie, identification des sources, transferts et conversions d'énergie, bilan énergétique pour un système simple, conversion d'un type d'énergie en un autre.

Tension, intensité, caractéristique tension-courant, loi d'Ohm, capteurs.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Porteur de charge électrique. Lien entre intensité d'un courant continu et débit de charges.</p> <p>Modèle d'une source réelle de tension continue comme association en série d'une source idéale de tension continue et d'une résistance.</p> <p>Puissance et énergie. Bilan de puissance dans un circuit. Effet Joule. Cas des dipôles ohmiques. Rendement d'un convertisseur.</p>	<p>Relier intensité d'un courant continu et débit de charges.</p> <p>Expliquer quelques conséquences pratiques de la présence d'une résistance dans le modèle d'une source réelle de tension continue. <b>Déterminer la caractéristique d'une source réelle de tension et l'utiliser pour proposer une modélisation par une source idéale associée à une résistance.</b></p> <p>Citer quelques ordres de grandeur de puissances fournies ou consommées par des dispositifs courants. Définir le rendement d'un convertisseur. <b>Évaluer le rendement d'un dispositif.</b></p>

### 2. Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques

Cette partie prolonge le thème « Mouvement et interactions » dont les situations d'étude peuvent être analysées du point de vue de l'énergie. Le travail des forces est introduit comme moyen d'évaluer les transferts d'énergie en jeu et le théorème de l'énergie cinétique comme bilan d'énergie, fournissant un autre lien entre forces et variation de la vitesse. Les concepts d'énergie potentielle et d'énergie mécanique

permettent ensuite de discuter de l'éventuelle conservation de l'énergie mécanique, en particulier pour identifier des phénomènes dissipatifs.

#### Notions abordées au collège (cycle 4)

Énergie cinétique, énergie potentielle (dépendant de la position), bilan énergétique pour un système simple, conversion d'un type d'énergie en un autre.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Énergie cinétique d'un système modélisé par un point matériel. Travail d'une force. Expression du travail dans le cas d'une force constante. Théorème de l'énergie cinétique.</p> <p>Forces conservatives. Énergie potentielle. Cas du champ de pesanteur terrestre.</p> <p>Forces non-conservatives : exemple des frottements.</p> <p>Énergie mécanique. Conservation et non conservation de l'énergie mécanique. Gain ou dissipation d'énergie.</p>	<p>Utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un système modélisé par un point matériel. Utiliser l'expression du travail <math>W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overline{AB}</math> dans le cas de forces constantes. Énoncer et exploiter le théorème de l'énergie cinétique.</p> <p>Établir et utiliser l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur pour un système au voisinage de la surface de la Terre.</p> <p>Calculer le travail d'une force de frottement d'intensité constante dans le cas d'une trajectoire rectiligne.</p> <p>Identifier des situations de conservation et de non conservation de l'énergie mécanique. Exploiter la conservation de l'énergie mécanique dans des cas simples : chute libre en l'absence de frottement, oscillations d'un pendule en l'absence de frottement, etc. Utiliser la variation de l'énergie mécanique pour déterminer le travail des forces non conservatives.</p> <p><b>Utiliser un dispositif (smartphone, logiciel de traitement d'images, etc.) pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un système dans différentes situations : chute d'un corps, rebond sur un support, oscillations d'un pendule, etc.</b></p> <p><b>Capacité numérique :</b> Utiliser un langage de programmation pour effectuer le bilan énergétique d'un système en mouvement.</p> <p><b>Capacité mathématique :</b> Utiliser le produit scalaire de deux vecteurs.</p>

## ■ Ondes et signaux

### 1. Ondes mécaniques

Cette partie s'appuie sur les connaissances acquises en classe de seconde à propos des signaux sonores pour décrire des ondes dans des domaines variés. Le rôle particulier joué par le modèle des ondes périodiques permet d'introduire la double périodicité et la notion de longueur d'onde, comme grandeur dépendant à la fois de la source et du milieu.

Les domaines d'application sont nombreux : musique, médecine, investigation par ondes ultrasonores, géophysique, audiométrie, etc. Les activités expérimentales associées à cette partie du programme fournissent aux élèves l'occasion d'utiliser des outils variés comme des capteurs, des microcontrôleurs, des logiciels d'analyse ou de simulation d'un signal sonore, etc. L'emploi d'un smartphone comme outil d'acquisition et de caractérisation d'un son peut être envisagé.

#### Notions abordées en seconde

Signal sonore, propagation, vitesse de propagation, fréquence, période.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Onde mécanique progressive. Grandeurs physiques associées.</p>	<p>Décrire, dans le cas d'une onde mécanique progressive, la propagation d'une perturbation mécanique d'un milieu dans l'espace et au cours du temps : houle, ondes sismiques, ondes sonores, etc. Expliquer, à l'aide d'un modèle qualitatif, la propagation d'une perturbation mécanique dans un milieu matériel. <b>Produire une perturbation et visualiser sa propagation dans des situations variées, par exemple : onde sonore, onde le long d'une corde ou d'un ressort, onde à la surface de l'eau.</b></p>
<p>Célérité d'une onde. Retard.</p>	<p>Exploiter la relation entre la durée de propagation, la distance parcourue par une perturbation et la célérité, notamment pour localiser une source d'onde. <b>Déterminer, par exemple à l'aide d'un microcontrôleur ou d'un smartphone, une distance ou la célérité d'une onde.</b> <b>Illustrer l'influence du milieu sur la célérité d'une onde.</b></p>
<p>Ondes mécaniques périodiques. Ondes sinusoïdales. Période. Longueur d'onde. Relation entre période, longueur d'onde et célérité.</p>	<p>Distinguer périodicité spatiale et périodicité temporelle. Justifier et exploiter la relation entre période, longueur d'onde et célérité. Déterminer les caractéristiques d'une onde mécanique périodique à partir de représentations spatiales ou temporelles. <b>Déterminer la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale à l'aide d'une chaîne de mesure.</b> <b>Capacités numériques :</b> Représenter un signal périodique et illustrer l'influence de ses caractéristiques (période, amplitude) sur sa représentation. Simuler à l'aide d'un langage de programmation, la propagation d'une onde périodique.</p>

**Capacité mathématique** : Utiliser les représentations graphiques des fonctions sinus et cosinus.

## 2. La lumière : images et couleurs, modèles ondulatoire et particulaire

Dans la continuité du programme de seconde, cette partie vise à expliciter les relations algébriques relatives à la formation d'une image par une lentille mince convergente et à permettre d'utiliser cette description quantitative dans le cadre de technologies actuelles, recourant par exemple à des lentilles à focale variable. En complément de ce modèle géométrique, deux modèles de la lumière – ondulatoire et particulaire – sont ensuite abordés ; ils seront approfondis dans le cadre de l'enseignement de spécialité physique-chimie de la classe de terminale.

Les domaines d'application de cette partie sont très variés : vision humaine, photographie, vidéo, astrophysique, imagerie scientifique, art, spectacle, etc. La mise en œuvre de cette partie du programme est source de nombreuses expériences démonstratives et d'activités expérimentales quantitatives.

### Notions abordées en seconde

Lentille mince convergente, image réelle d'un objet réel, distance focale, grandissement, dispersion, spectres, longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.

#### Notions et contenus

#### Capacités exigibles

#### *Activités expérimentales support de la formation*

### A) Images et couleurs

Relation de conjugaison d'une lentille mince convergente. Grandissement. Image réelle, image virtuelle, image droite, image renversée.

Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel.

Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente.

**Estimer la distance focale d'une lentille mince convergente.**

**Tester la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente.**

**Réaliser une mise au point en modifiant soit la distance focale de la lentille convergente soit la géométrie du montage optique.**

**Capacités mathématiques** : Utiliser le théorème de Thalès. Utiliser des grandeurs algébriques.



<p>Couleur blanche, couleurs complémentaires.</p> <p>Couleur des objets. Synthèse additive, synthèse soustractive. Absorption, diffusion, transmission.</p> <p>Vision des couleurs et trichromie.</p>	<p>Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter.</p> <p>Interpréter la couleur perçue d'un objet à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission.</p> <p>Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente.</p> <p><b>Illustrer les notions de synthèse additive, de synthèse soustractive et de couleur des objets.</b></p>
---	--

## B) Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière

<p>Domaines des ondes électromagnétiques.</p> <p>Relation entre longueur d'onde, célérité de la lumière et fréquence.</p> <p>Le photon. Énergie d'un photon.</p> <p>Description qualitative de l'interaction lumière-matière : absorption et émission.</p> <p>Quantification des niveaux d'énergie des atomes.</p>	<p>Utiliser une échelle de fréquences ou de longueurs d'onde pour identifier un domaine spectral.</p> <p>Citer l'ordre de grandeur des fréquences ou des longueurs d'onde des ondes électromagnétiques utilisées dans divers domaines d'application (imagerie médicale, optique visible, signaux wifi, micro-ondes, etc.).</p> <p>Utiliser l'expression donnant l'énergie d'un photon.</p> <p>Exploiter un diagramme de niveaux d'énergie en utilisant les relations <math>\lambda = c/\nu</math> et <math>\Delta E = h\nu</math>.</p> <p><b>Obtenir le spectre d'une source spectrale et l'interpréter à partir du diagramme de niveaux d'énergie des entités qui la constituent.</b></p>
--	--

# Capacités expérimentales

Cette partie présente l'ensemble des capacités expérimentales que les élèves doivent acquérir dans le cadre de l'enseignement de spécialité physique-chimie de la classe de première. La liste qui suit indique ce que les élèves doivent savoir réaliser à l'issue de leur formation conduite dans le cadre des « activités expérimentales support de la formation ». Ces capacités peuvent être mobilisées lors de l'étude de différentes parties du programme et certaines d'entre elles peuvent être mises en œuvre plusieurs fois au cours de l'année. Elles se veulent au service, d'une part, de l'apprentissage des méthodes et concepts et d'autre part, de l'acquisition des compétences de la démarche scientifique. Partie intégrante de l'activité de modélisation, cette maîtrise des capacités expérimentales relève principalement de la compétence « Réaliser » mais ne s'y limite pas.

La liste des capacités est organisée selon les thèmes du programme. Deux d'entre elles sont communes à l'ensemble des thèmes :

- respecter les règles de sécurité liées au travail en laboratoire ;
- mettre en œuvre un logiciel de simulation et de traitement des données.

## ■ Constitution et transformations de la matière

- Préparer une solution par dissolution ou par dilution en choisissant le matériel adapté.
- Réaliser le spectre d'absorption UV-visible d'une espèce chimique.
- Réaliser des mesures d'absorbance en s'aidant d'une notice.
- Mettre en œuvre un test de reconnaissance pour identifier une espèce chimique.
- Mettre en œuvre le protocole expérimental d'un titrage direct avec repérage colorimétrique de l'équivalence.
- Utiliser un logiciel de simulation et des modèles moléculaires pour visualiser la géométrie d'entités chimiques.
- Proposer et mettre en œuvre un protocole d'extraction liquide-liquide d'une espèce chimique à partir de données de solubilité et de miscibilité.
- Mettre en œuvre des dispositifs de chauffage à reflux et de distillation fractionnée.
- Réaliser une filtration, un lavage pour isoler et purifier une espèce chimique.
- Réaliser une chromatographie sur couche mince.
- Mettre en œuvre un dispositif pour estimer une température de changement d'état.
- Respecter les règles de sécurité préconisées lors de l'utilisation de produits chimiques et de verrerie.
- Respecter le mode d'élimination d'une espèce chimique ou d'un mélange pour minimiser l'impact sur l'environnement.

## ■ Mouvement et interactions

- Mettre en œuvre un dispositif permettant d'illustrer l'interaction électrostatique.
- Utiliser un dispositif permettant de repérer la direction du champ électrique.
- Mesurer une pression dans un gaz et dans un liquide.
- Mettre en œuvre un dispositif expérimental permettant de collecter des données sur un mouvement (vidéo, chronophotographie, etc.).

## ■ L'énergie : conversions et transferts

- Utiliser un multimètre, adapter le calibre si nécessaire.
- Réaliser un montage électrique conformément à un schéma électrique normalisé.
- Mesurer et traiter un signal au moyen d'une interface de mesure ou d'un microcontrôleur.
- Commander la production d'un signal grâce à un microcontrôleur.
- Mettre en œuvre un protocole permettant d'estimer une énergie transférée électriquement ou mécaniquement.
- Respecter les règles de sécurité préconisées lors de l'utilisation d'appareils électriques.

## ■ Ondes et signaux

- Mettre en œuvre un dispositif expérimental permettant d'illustrer la propagation d'une perturbation mécanique.
- Mettre en œuvre un dispositif expérimental permettant de collecter des données sur la propagation d'une perturbation mécanique (vidéo, chronophotographie, etc.).
- Mettre en œuvre un dispositif permettant de mesurer la période, la longueur d'onde, la célérité

d'une onde périodique.

- Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour estimer la distance focale d'une lentille mince convergente.
- Réaliser un montage optique comportant une lentille mince pour visualiser l'image d'un objet plan réel.
- Mettre en œuvre un dispositif pour illustrer la synthèse additive ou la synthèse soustractive.
- Mettre en œuvre un dispositif pour illustrer que la couleur apparente d'un objet dépend de la source de lumière.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'obtenir un spectre d'émission.
- Respecter les règles de sécurité préconisées lors de l'utilisation de sources lumineuses.