

Pour télécharger : <http://www.education.gouv.fr/cid131841/elaboration-des-projets-programme-futur-lycee.html>

Classe de seconde

Les enseignements de la classe de seconde, qu'il s'agisse des enseignements communs ou optionnels, sont **proposés à tous les élèves**. Le choix de la voie générale ou de la voie technologique s'effectue au terme de l'année de seconde et devient effectif en classe de première.

Enseignements communs

[Éducation physique et sportive](#), Enseignement moral et civique, [Français](#), Histoire géographie, [Langues vivantes A et B](#), [Mathématiques Physique-chimie](#)
[Sciences de la vie et de la Terre](#), Sciences économiques et sociales, Sciences numériques et technologie

Enseignements optionnels

Arts

Arts du cirque, Arts plastiques, Cinéma-audiovisuel, Danse, Histoire des arts, Musique, Théâtre, [Éducation physique et sportive](#)

Enseignements technologiques optionnels (l'élève ne peut choisir qu'un seul enseignement technologique optionnel)

Management et gestion, [Santé et social](#), [Biotechnologies](#),
[Sciences et laboratoire](#)
[Sciences de l'ingénieur](#), [Création et innovation technologiques](#), Création et culture – design, [Langues et cultures de l'Antiquité](#), [Langues vivantes C \(étrangère ou régionale\)](#)

Enseignements optionnels

Arts

Arts du cirque, Arts plastiques, Cinéma-audiovisuel, Danse, Histoire des arts
Musique, Théâtre, [Éducation physique et sportive](#)

Enseignements technologiques optionnels (l'élève ne peut choisir qu'un seul enseignement technologique optionnel)

Management et gestion, [Santé et social](#), [Biotechnologies](#)
[Sciences et laboratoire](#)
[Sciences de l'ingénieur](#), [Création et innovation technologiques](#)

Création et culture – design

[Langues et cultures de l'Antiquité](#), [Langues vivantes C \(étrangère ou régionale\)](#)

Classe de première voie générale

Dans la classe de première de la voie générale, les séries (L, S et ES) disparaissent au profit d'enseignements communs, de **trois enseignements de spécialité (chacun de 4 heures) choisis par les élèves, ainsi que d'un enseignement optionnel de 3 heures si l'élève le souhaite**. À cet enseignement optionnel peuvent être ajoutés le latin et/ou le grec.

Enseignements communs

[Éducation physique et sportive](#), Enseignement moral et civique

[Enseignement scientifique](#)

[Français](#), Histoire-géographie, [Langues vivantes A et B](#)

Enseignements de spécialité trois enseignements de spécialité (chacun de 4 heures) choisis par les élèves,

Arts

Arts du cirque, Arts plastiques, Cinéma-audiovisuel, Danse, Histoire des arts, Musique, Théâtre

Biologie, écologie : cet enseignement est proposé dans les lycées d'enseignement général et technologique agricole avec des enseignements optionnels spécifiques. Son programme relève du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

Histoire-géographie, géopolitique et sciences politiques

Humanités, littérature et philosophie

Langues, littératures et cultures étrangères

Allemand, Anglais, Espagnol, Italien

[Littérature, langues et cultures de l'Antiquité](#)

[Mathématiques](#)

Numérique et sciences informatiques

[Physique-chimie](#)

[Sciences de la vie et de la Terre](#)

[Sciences de l'ingénieur](#)

Sciences économiques et sociales

Enseignements optionnels *pas de physique chimie*

Classe de première voie technologique

Dans la classe de première de la voie technologique, l'organisation en séries est maintenue. Quelle que soit leur série, tous les élèves bénéficient d'enseignements communs. En fonction de sa série, **l'élève suit également trois enseignements de spécialité auxquels peuvent s'ajouter des enseignements optionnels.**

Enseignements communs

[Éducation physique et sportive](#)

Enseignement moral et civique

[Français](#)

Histoire-géographie

[Langues vivantes A et B](#)

[Mathématiques](#)

Enseignements de spécialité

Téléchargez les projets de programme des enseignements de spécialité (**trois enseignements de spécialité (chacun de 4 heures) choisis par les élèves,**)

ST2S (Sciences et technologies de la santé et du social)

[Biologie et physiopathologie humaines](#)

[Physique-chimie pour la santé](#)

[Sciences et techniques sanitaires et sociales](#)

STD2A (Sciences et technologies du design et des arts appliqués)

Design et métiers d'art

Outils et langages numériques

Physique-chimie

STHR (Sciences et technologies de l'hôtellerie et de la restauration)

STI2D (Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable)

[Innovation technologique](#)

[Ingénierie et développement durable](#)

Physique-chimie et mathématiques

STL (Sciences et technologies de laboratoire)

[Biochimie-biologie](#)

[Biotechnologie](#)

[Sciences physiques et chimiques en laboratoire](#)

[Physique-chimie et mathématiques](#)

STMG (Sciences et technologies du management et de la gestion)



Physique-chimie

Classe de seconde, enseignement commun

Préambule

■ Objectifs de formation

Dans la continuité du collège, le programme de physique-chimie de la classe de seconde vise à faire pratiquer les méthodes et démarches de ces deux sciences en mettant particulièrement en avant la **pratique expérimentale** et l'activité de **modélisation**. L'objectif est de donner aux élèves une vision intéressante et authentique de la physique-chimie.

Le programme accorde une place importante aux **concepts** et en propose une approche concrète et **contextualisée**. Il porte l'ambition de permettre aux élèves d'accéder à une bonne compréhension des phénomènes étudiés et de leur faire percevoir la portée unificatrice et universelle des lois et concepts de la physique-chimie. La démarche de **modélisation** occupe une place centrale dans l'activité des physiciens et des chimistes pour établir un lien entre le « monde » des objets, des expériences, des faits et le « monde » des modèles et des théories. Aussi l'enseignement proposé s'attache-t-il à introduire les principaux éléments constitutifs de cette démarche, tels que : simplifier la situation initiale ; établir des relations entre grandeurs ; choisir un modèle adapté pour expliquer des faits ; effectuer des prévisions et les confronter aux faits ; recourir à une simulation pour expérimenter sur un modèle ; choisir, concevoir et mettre en œuvre un **dispositif expérimental** pour tester une loi.

Une telle approche, dans laquelle le **raisonnement** occupe une place centrale, permet de construire une image fidèle de ce que sera un enseignement de physique-chimie proposé en cycle terminal ou au-delà, dans une formation post-baccalauréat. Le programme de seconde permet ainsi à tous les élèves de formuler des choix éclairés en matière de parcours de formation en classe de première générale ou technologique et de suivre avec profit l'« Enseignement scientifique » proposé dans le tronc commun de formation du cycle terminal de la voie générale.

■ Organisation du programme

Une attention particulière est portée à la continuité avec les enseignements des quatre thèmes du collège. Ainsi le programme de seconde est-il structuré autour de trois de ces thèmes : **Constitution et transformations de la matière**, **Mouvement et interactions** et **Ondes et signaux**. Le quatrième, **L'énergie : conversions et transferts**, est abordé dans le cadre de l'étude des transformations de la matière. Ces thèmes permettent de traiter 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 plusieurs plans :

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

Dans l'écriture du programme, chaque thème comporte une introduction spécifique indiquant les objectifs de formation, les domaines d'application et un rappel des notions abordées 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.

■ Les compétences travaillées dans le cadre 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 seront 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
S'approprier	<ul style="list-style-type: none"> — Énoncer une problématique — Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée — Représenter la situation par un schéma
Analyser/ Raisoner	<ul style="list-style-type: none"> — Formuler des hypothèses — Proposer une stratégie de résolution — Planifier des tâches — Évaluer des ordres de grandeur — Choisir un modèle ou des lois pertinentes — Choisir, élaborer, justifier un protocole — Faire des prévisions à l'aide d'un modèle — Procéder à des analogies
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> — Mettre en œuvre les étapes d'une démarche — Utiliser un modèle — Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.) — Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité
Valider	<ul style="list-style-type: none"> — Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance — Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence — Confronter un modèle à des résultats expérimentaux — Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	<p>À l'écrit comme à l'oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> — présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente — utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés — échanger entre pairs

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 civiques 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 ;
- permettre et à encadrer l'expression des conceptions initiales ;
- valoriser **l'approche expérimentale** ;
- contextualiser les apprentissages pour leur donner du sens ;
- procéder régulièrement à des **synthèses** pour expliciter et structurer les savoirs et savoir-faire et à les appliquer dans des contextes différents ;
- 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 et l'enseignement « Sciences numériques et technologie » ;
- 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.

■ Mesure et incertitudes

En classe de seconde, l'objectif principal est de sensibiliser l'élève, à partir d'exemples simples et démonstratifs, à la variabilité des valeurs obtenues dans le cadre d'une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique. L'incertitude-type fournit alors une estimation de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à la grandeur physique.

Les activités expérimentales proposées visent aussi à sensibiliser l'élève à l'influence de l'instrument de mesure et du protocole choisi sur la valeur de l'incertitude-type.

Lorsque cela est pertinent, la valeur mesurée sera comparée avec une valeur de référence afin de conclure qualitativement à la compatibilité ou à la non-compatibilité entre ces deux valeurs.

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. Capacité numérique : Représenter l'histogramme associé à une série de mesures à l'aide d'un tableur.

Incertitude-type.	Définir qualitativement une incertitude-type et l'évaluer par une approche statistique.
Écriture du résultat. Valeur de référence.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure unique. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

Contenus disciplinaires

■ Constitution et transformations de la matière

1. Constitution de la matière de l'échelle macroscopique à l'échelle microscopique

L'objectif de cette partie est d'aborder les deux échelles de description de la matière qui vont rendre compte de ses propriétés physiques et chimiques. Les concepts d'espèce et d'entité chimique introduits au collège sont ainsi enrichis.

L'espèce chimique est au centre de la description macroscopique de la matière et permet de définir et de caractériser les corps purs et les mélanges, dont les solutions aqueuses. Une approche quantitative est abordée avec la notion de composition d'un mélange et de concentration (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) d'un soluté dans une solution aqueuse.

Au niveau atomique, la description des entités chimiques est complétée par les ordres de grandeur de taille et de masse de l'atome et du noyau et par le modèle du cortège électronique pour les trois premières lignes de la classification périodique. La stabilité des gaz nobles, associée à leur configuration électronique, permet de rendre compte de l'existence d'ions monoatomiques et de molécules. En seconde, les schémas de Lewis sont fournis et interprétés. Le changement d'échelle entre les niveaux macroscopique et microscopique conduit à une première approche de la quantité de matière (en moles) dans un échantillon de matière en utilisant la constante d'Avogadro (en mol^{-1}), une mole contenant exactement $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ entités élémentaires.

Une place essentielle est accordée à la modélisation, que ce soit au niveau macroscopique ou au niveau microscopique, à partir de systèmes réels choisis dans les domaines de l'alimentation, de l'environnement, de la santé, des matériaux, etc.

Notions étudiées au collège (cycle 4)

Échelle macroscopique : espèce chimique, corps purs, mélanges, composition de l'air, masse volumique, propriétés des changements d'état ; solutions : solubilité, miscibilité.

Échelle microscopique : molécules, atomes et ions, constituants de l'atome (noyau et électrons) et du noyau (neutrons et protons), formule chimique d'une molécule, formules O_2 , H_2 , N_2 , H_2O , CO_2 .

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
A) Description et caractérisation de la matière à l'échelle macroscopique	
<p>Corps purs et mélanges au quotidien. Espèce chimique, corps pur, mélanges d'espèces chimiques, mélanges homogènes et hétérogènes. Identification d'espèces chimiques dans un échantillon de matière par des mesures physiques ou des tests chimiques.</p> <p>Composition massique d'un mélange. Composition volumique de l'air.</p>	<p>Citer des exemples courants de corps purs et de mélanges homogènes et hétérogènes.</p> <p>Identifier, à partir de données tabulées, une espèce chimique par ses températures de changement d'état, sa masse volumique ou par des tests chimiques. Citer des tests chimiques courants de présence d'eau, de dihydrogène, de dioxygène, de dioxyde de carbone. Citer la valeur de la masse volumique de l'eau liquide et la comparer à celles d'autres corps purs et mélanges. Distinguer un mélange d'un corps pur à partir de données expérimentales. Mesurer une température de changement d'état, déterminer la masse volumique d'un échantillon, réaliser une chromatographie sur couche mince, mettre en œuvre des tests chimiques, pour identifier une espèce chimique et caractériser un mélange.</p> <p>Citer la composition approchée de l'air et l'ordre de grandeur de la valeur de sa masse volumique. Établir la composition d'un échantillon à partir de données expérimentales. Mesurer des volumes et des masses pour estimer la composition de mélanges.</p> <p>Capacité mathématique : utiliser les pourcentages et les fractions.</p>
<p>Les solutions aqueuses, un exemple de mélange. Solvant, soluté. Concentration (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), concentration maximale d'un soluté.</p>	<p>Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition ou du mode opératoire de préparation d'une solution. Distinguer la masse volumique d'un échantillon et la concentration d'un soluté au sein d'une solution. Déterminer la valeur de la concentration d'un soluté (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) à partir du mode opératoire de préparation d'une solution par dissolution ou par dilution. Mesurer des volumes et des masses pour estimer l'incertitude liée à la verrerie ; choisir et utiliser la verrerie adaptée pour préparer une solution par dissolution ou par dilution.</p>

Dosage par étalonnage.	<p>Déterminer la valeur d'une concentration et d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux. Déterminer la valeur d'une concentration à l'aide d'une gamme d'étalonnage (échelle de teinte ou mesure de conductance ou mesure de masse volumique).</p> <p>Capacité mathématique : utiliser une grandeur quotient pour déterminer le numérateur ou le dénominateur.</p>
------------------------	---

B) Modélisation de la matière à l'échelle microscopique	
<p>Du macroscopique au microscopique, de l'espèce chimique à l'entité. Espèces moléculaires, espèces ioniques, électroneutralité de la matière au niveau macroscopique.</p> <p>Entités chimiques : molécules, atomes, ions.</p>	<p>Définir une espèce chimique comme une collection d'un nombre très élevé d'entités identiques. Exploiter l'électroneutralité de la matière pour associer des espèces ioniques et citer des formules de composés ioniques.</p> <p>Utiliser le terme adapté parmi <i>molécule, atome, anion et cation</i> pour qualifier une entité chimique à partir d'une formule chimique donnée.</p>
<p>Le noyau de l'atome, siège de sa masse et de son identité. Numéro atomique, nombre de masse, écriture conventionnelle : $\frac{A}{Z}X$ et/ou AX. Élément chimique. Masse et charge électrique d'un électron, d'un proton et d'un neutron, charge électrique élémentaire.</p>	<p>Citer l'ordre de grandeur de la valeur de la taille d'un atome. Comparer la taille et la masse d'un atome et de son noyau. Établir l'écriture conventionnelle d'un noyau à partir de sa composition et inversement.</p> <p>Capacités mathématiques : effectuer le quotient de deux grandeurs pour les comparer. Utiliser les opérations sur les puissances de 10. Exprimer les valeurs des grandeurs en écriture scientifique.</p>
<p>Le cortège électronique de l'atome définit ses propriétés chimiques. Configuration électronique (1s, 2s, 2p, 3s, 3p) d'un atome à l'état fondamental et position dans le tableau périodique (blocs s et p). Électrons de valence. Familles chimiques.</p>	<p>Déterminer la position de l'élément dans le tableau périodique à partir de la donnée de la configuration électronique de l'atome à l'état fondamental. Déterminer les électrons de valence d'un atome ($Z \leq 18$) à partir de sa configuration électronique à l'état fondamental ou de sa position dans le tableau périodique. À partir du tableau périodique, identifier des éléments ayant des propriétés chimiques communes et identifier la famille des gaz nobles.</p>

<p>Vers des entités plus stables chimiquement. Gaz nobles et configurations électroniques associées. Ions monoatomiques.</p> <p>Molécules. Modèle de Lewis de la liaison de valence, schéma de Lewis, doublets liants et non-liants. Approche de l'énergie de liaison.</p>	<p>Établir le lien entre stabilité chimique et configuration électronique de valence d'un gaz noble. Déterminer la charge électrique d'ions monoatomiques courants à partir du tableau périodique. Nommer les ions : H^+, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, F^- ; écrire leur formule à partir de leur nom.</p> <p>Décrire et exploiter le schéma de Lewis d'une molécule pour justifier la stabilisation de cette entité par rapport aux atomes isolés ($Z \leq 18$). Associer l'énergie d'une liaison entre deux atomes à l'énergie nécessaire pour rompre cette liaison.</p>
<p>Compter les entités dans un échantillon de matière. Nombre d'entités dans un échantillon. Quantité de matière (mol) dans un échantillon. Constante d'Avogadro.</p>	<p>Déterminer la masse d'une entité à partir de sa formule brute et de la masse des atomes qui la composent. Déterminer le nombre d'entités et la quantité de matière d'une espèce dans une masse d'échantillon.</p>

2. Modélisation des transformations de la matière et transfert d'énergie

L'objectif de cette partie est d'identifier et de distinguer les trois types de transformation de la matière, de les modéliser par des réactions et d'écrire les équations ajustées en utilisant les lois de conservation appropriées. Une première approche des énergies mises en jeu lors de ces trois types de transformations permet de montrer que l'énergie transférée lors d'une transformation dépend des quantités de matière des espèces mises en jeu.

L'étude des transformations chimiques, entamée au collège, est complétée par les notions de stœchiométrie, d'espèce spectatrice et de réactif limitant. L'analyse de l'évolution d'un système pour modéliser sa transformation chimique par une réaction illustre une démarche de modélisation au niveau macroscopique. Elle nécessite de mettre en place une démarche expérimentale rigoureuse pour passer :

- d'une description des modifications visibles
- aux espèces chimiques, présentes dans l'état initial et qui ont réagi,
- à celles, présentes dans l'état final et qui ont été formées,
- et enfin à l'écriture d'une réaction rendant compte au mieux des changements observés au niveau macroscopique.

Pour que les transformations soient plus concrètes, des exemples provenant de la vie quotidienne sont proposés : combustions, corrosions, détartrage, synthèses d'arôme ou de parfum, etc.

Notions abordées au collège (cycle 4)

Transformations physiques : changement d'état, conservation de la masse, variation du volume, température de changement d'état.

Transformations chimiques : conservation de la masse, redistribution d'atomes, notion d'équation chimique, réactions entre espèces acides et basiques en solution, réactions d'une espèce acide sur un métal, mesure de pH.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
A) Transformation physique	
<p>Écriture symbolique d'un changement d'état. Modélisation microscopique d'un changement d'état. Transformations physiques endothermiques et exothermiques. Énergie de changement d'état et applications.</p>	<p>Citer des exemples de changements d'état physique de la vie courante et dans l'environnement. Établir l'écriture d'une équation pour un changement d'état. Distinguer fusion et dissolution. Identifier le sens du transfert thermique lors d'un changement d'état et le relier au terme exothermique ou endothermique. Exploiter la relation entre l'énergie transférée lors d'un changement d'état et l'énergie massique de changement d'état de l'espèce. Relier l'énergie échangée à la masse de l'espèce qui change d'état.</p>
B) Transformation chimique	
<p>Modélisation macroscopique d'une transformation par une réaction chimique. Écriture symbolique d'une réaction chimique. Notion d'espèce spectatrice. Stœchiométrie, réactif limitant. Transformations chimiques endothermiques et exothermiques.</p>	<p>Modéliser, à partir de données expérimentales, une transformation par une réaction, établir l'équation de réaction associée et l'ajuster. Identifier le réactif limitant à partir des quantités de matière des réactifs et de l'équation de réaction. Déterminer le réactif limitant lors d'une transformation chimique totale, à partir de l'identification des espèces chimiques dans l'état final. Modéliser, par l'écriture d'une équation de réaction, la combustion du carbone et du méthane, la corrosion d'un métal par un acide, l'action d'un acide sur le calcaire, l'action de l'acide chlorhydrique sur l'hydroxyde de sodium. Mesurer une variation de température pour déterminer le caractère endothermique ou exothermique d'une transformation chimique et étudier l'influence de la masse du réactif limitant.</p> <p>Capacité mathématique : utiliser la proportionnalité.</p>
<p>Synthèse d'une espèce chimique présente dans la nature.</p>	<p>Établir, à partir de données expérimentales, qu'une espèce chimique synthétisée au laboratoire peut être identique à une espèce chimique synthétisée dans la nature. Réaliser le schéma légendé d'un montage à reflux et d'une chromatographie sur couche mince. Mettre en œuvre un montage à reflux pour synthétiser une espèce chimique présente dans la nature. Mettre en œuvre une chromatographie sur couche mince pour comparer une espèce synthétisée et une espèce extraite de la nature.</p>

C) Transformation nucléaire

Isotopes. Noyaux stables et instables. Écriture symbolique d'une réaction nucléaire. Application à la conversion d'énergie : Soleil, centrales nucléaires.	Identifier des isotopes. Établir, à partir des noyaux père et fils, l'équation de la réaction nucléaire associée. Relier l'énergie convertie dans le Soleil et dans une centrale nucléaire à des réactions nucléaires. Identifier la nature physique, chimique ou nucléaire d'une transformation à partir de sa description ou d'une écriture symbolique modélisant la transformation.
---	---

■ 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 :

- d'une part l'omniprésence des situations de mouvement qui a permis d'ancrer chez les élèves des raisonnements spontanés, souvent opératoires mais erronés et donc à déconstruire ;
- d'autre part la nécessaire maîtrise de savoirs et savoir-faire d'ordre mathématique qui conditionne l'accès aux finalités et concepts propres à la mécanique.

Ce thème prépare la mise en place du principe fondamental de la dynamique ; il s'agit en effet de construire un lien précis entre force appliquée et variation de la vitesse. Si la rédaction du programme est volontairement centrée sur les notions et méthodes, les contextes d'étude ou d'application sont nombreux et variés : transports, aéronautique, exploration spatiale, biophysique, sport, géophysique, planétologie, astrophysique ou encore histoire des sciences.

Lors des activités expérimentales, il est possible d'utiliser les outils courants de captation et de traitement d'images mais également les capteurs présents dans les smartphones. L'activité de simulation peut également être mise à profit pour étudier un système en mouvement, ce qui fournit l'occasion de développer des capacités de programmation.

Au-delà des finalités propres à la mécanique, ce domaine permet d'aborder l'évolution temporelle des systèmes, quels qu'ils soient. Ainsi, la mise en place des bilans est-elle un objectif important d'une formation pour et par la physique-chimie, en ce qu'elle construit des compétences directement réutilisables dans d'autres disciplines (économie, écologie, etc.).

Notions abordées au collège (cycle 4)

Vitesse (direction, sens, valeur), mouvements uniformes, rectilignes, circulaires, relativité des mouvements, interactions, forces, expression scalaire de la loi de gravitation universelle, force de pesanteur.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
A) Décrire un mouvement	
<p>Système. Échelles caractéristiques d'un système. Référentiel et relativité du mouvement.</p> <p>Description du mouvement d'un système par celui d'un point. Position. Trajectoire d'un point.</p> <p>Vecteur déplacement d'un point. Vecteur vitesse moyenne d'un point. Vecteur vitesse d'un point. Mouvement rectiligne.</p> <p>Variation du vecteur vitesse.</p>	<p>Identifier les échelles temporelles et spatiales pertinentes de description d'un mouvement. Choisir un référentiel pour décrire le mouvement d'un système. Expliquer, dans le cas de la translation, l'influence du choix du référentiel sur la description du mouvement d'un système.</p> <p>Décrire le mouvement d'un système par celui d'un point et caractériser cette modélisation en termes de perte d'informations. Caractériser différentes trajectoires. Capacité numérique : représenter les positions successives d'un système modélisé par un point lors d'une évolution unidimensionnelle ou bidimensionnelle à l'aide d'un langage de programmation. Définir le vecteur vitesse moyenne d'un point. Approcher le vecteur vitesse d'un point à l'aide du vecteur déplacement $\overline{MM'}$, où M et M' sont les positions successives à des instants voisins séparés de Δt ; le représenter. Caractériser un mouvement rectiligne uniforme ou non uniforme. Réaliser et exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système en mouvement et représenter des vecteurs vitesse. Capacité numérique : représenter des vecteurs vitesse d'un système modélisé par un point lors d'un mouvement à l'aide d'un langage de programmation.</p> <p>Capacités mathématiques : représenter des vecteurs. Utiliser des grandeurs algébriques.</p> <p>Réaliser et exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système en mouvement à une dimension et représenter des vecteurs variation de vitesse. Capacité numérique : représenter des vecteurs variation de vitesse d'un système modélisé par un point lors d'une évolution unidimensionnelle ou bidimensionnelle à l'aide d'un langage de programmation.</p> <p>Capacités mathématiques : sommer et soustraire des vecteurs.</p>

B) Modéliser une action sur un système

Modélisation d'une action par une force.

Principe des actions réciproques (troisième loi de Newton).

Caractéristiques d'une force.

Exemples de forces :

- force d'interaction gravitationnelle ;
- poids ;
- force exercée par un support.

Modéliser l'action d'un système extérieur sur le système étudié par une force. Représenter une force par un vecteur ayant une norme, une direction, un sens.

Exploiter le principe des actions réciproques.

Distinguer actions à distance et actions de contact.

Identifier les actions modélisées par des forces dont les expressions mathématiques sont connues *a priori*.

Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle.

Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet, approché par la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant sur cet objet à la surface d'une planète.

Représenter qualitativement la force modélisant l'action d'un support dans des cas simples relevant de la statique.

C) Principe d'inertie

Modèle du point matériel.

Principe d'inertie.

Cas de situations d'immobilité et de mouvements rectilignes uniformes.

Variation entre deux instants voisins du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel et lien avec la somme des forces appliquées sur celui-ci. Application à des situations de chute libre à une dimension.

Exploiter le principe d'inertie ou sa contraposée pour en déduire des informations soit sur la nature du mouvement d'un système modélisé par un point matériel, soit sur les forces.

Relier la variation entre deux instants voisins du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel à l'existence d'actions extérieures modélisées par des forces dont la somme est non nulle.

Relier la variation entre deux instants voisins du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel dans le cas d'un mouvement de chute libre à une dimension (avec ou sans vitesse initiale) au sens du vecteur poids exercé sur celui-ci.

Réaliser et exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système modélisé par un point matériel en mouvement pour relier les variations du vecteur vitesse et la somme des forces appliquées.

■ Ondes et signaux

1. Émission et perception d'un son

La partie « Acoustique » vise à consolider les connaissances de collège, des schémas explicatifs de l'émission, de la propagation et de la réception étant maintenant proposés. L'étude de la perception d'un son est l'occasion d'initier les élèves à la lecture d'une échelle non linéaire et de les sensibiliser aux dangers liés à l'exposition sonore.

Les domaines d'application sont multiples : musique, médecine, sonar, audiométrie, design sonore, etc. Les outils d'investigation tels que capteurs (éventuellement ceux d'un smartphone), microcontrôleurs, logiciels d'analyse ou de simulation d'un signal sonore, sont également très variés et permettent d'illustrer le caractère opérationnel de la physique-chimie.

Notions abordées au collège (cycle 4)

Vitesse de propagation. Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Émission et propagation d'un signal sonore. Vitesse de propagation d'un signal sonore. Signal sonore périodique, fréquence et période.	Décrire le principe de l'émission d'un signal sonore par la mise en vibration d'un objet et l'intérêt de la présence d'une caisse de résonance. Expliquer le rôle joué par le milieu matériel dans le phénomène de propagation d'un signal sonore. Citer une valeur approchée de la vitesse de propagation d'un signal sonore dans l'air et la comparer à d'autres valeurs de vitesses couramment rencontrées. Mesurer la vitesse d'un signal sonore. Définir et déterminer la période et la fréquence d'un signal sonore notamment à partir de sa représentation temporelle. Utiliser une chaîne de mesure pour obtenir des informations sur les vibrations d'un objet émettant un signal sonore. Mesurer la période et la fréquence d'un signal sonore périodique. Utiliser un dispositif comportant un microcontrôleur pour produire un signal sonore. Capacités mathématiques : identifier une fonction périodique et déterminer sa période.

<p>Perception du son : lien entre fréquence et hauteur ; lien entre forme du signal et timbre ; lien qualitatif entre amplitude, intensité sonore et niveau d'intensité sonore. Échelle de niveaux d'intensité sonore.</p>	<p>Citer les domaines de fréquences des sons audibles, des infrasons et des ultrasons. Relier qualitativement la fréquence à la hauteur d'un son audible. Relier qualitativement intensité sonore et niveau d'intensité sonore. Exploiter une échelle de niveau d'intensité sonore et citer les dangers inhérents à l'exposition sonore.</p> <p>Enregistrer et caractériser un son (hauteur, timbre, niveau d'intensité sonore, etc.) à l'aide d'un dispositif expérimental dédié, d'un smartphone, etc.</p>
--	---

2. Vision et image

La partie « Optique » vise à consolider le modèle du rayon lumineux, à introduire la notion de spectre et à montrer que les phénomènes de réflexion et de réfraction sont bien décrits par des relations mathématiques. Le programme propose également une première approche de la notion d'image d'un objet et de sa formation.

De nombreux domaines d'application sont concernés : vision humaine, photographie, astrophysique, imagerie scientifique, arts graphiques et du spectacle. Cette partie du programme est source de nombreuses expérimentations démonstratives et quantitatives.

Notions abordées au collège (cycle 4)

Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation. Modèle du rayon lumineux.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Propagation rectiligne de la lumière. Vitesse de propagation de la lumière dans le vide ou dans l'air.</p>	<p>Citer la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide ou dans l'air et la comparer à d'autres valeurs de vitesses couramment rencontrées.</p>
<p>Lumière blanche, lumière colorée. Spectres d'émission : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies. Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.</p>	<p>Caractériser le spectre du rayonnement émis par un corps chaud. Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air. Exploiter un spectre de raies.</p>
<p>Lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction. Indice optique d'un milieu matériel.</p>	<p>Exploiter les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction. Tester les lois de Snell-Descartes à partir d'une série de mesures et déterminer l'indice de réfraction d'un milieu.</p>

Dispersion de la lumière blanche par un prisme ou un réseau.	<p>Décrire et expliquer qualitativement le phénomène de dispersion de la lumière par un prisme.</p> <p>Produire et exploiter des spectres d'émission obtenus à l'aide d'un système dispersif et d'un analyseur de spectre.</p>
<p>Lentilles, modèle de la lentille mince convergente : foyers, distance focale.</p> <p>Image réelle d'un objet réel à travers une lentille mince convergente.</p> <p>Grandissement.</p> <p>L'œil, modèle de l'œil réduit.</p>	<p>Caractériser les foyers d'une lentille mince convergente à l'aide du modèle du rayon lumineux.</p> <p>Utiliser le modèle du rayon lumineux pour déterminer graphiquement la position, la taille et le sens de l'image réelle d'un objet-plan réel donnée par une lentille mince convergente.</p> <p>Définir et déterminer géométriquement un grandissement.</p> <p>Modéliser l'œil.</p> <p>Produire et caractériser l'image réelle d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente.</p> <p>Capacité mathématique : utiliser le théorème de Thalès.</p>

3. Signaux et capteurs

Les signaux électriques sont très présents dans la vie quotidienne. L'électricité est un domaine riche tant sur le plan conceptuel qu'expérimental, mais délicat à appréhender par les élèves car les grandeurs électriques ne sont pas directement "perceptibles". Aussi doit-on particulièrement veiller à préciser leur signification physique et à leur donner du sens, dans la continuité des enseignements du collège. Outre les principales lois, le programme met l'accent sur l'utilisation et le comportement de dipôles couramment utilisés comme capteurs.

Les champs d'application peuvent relever des transports, de l'environnement, de la météorologie, de la santé, de la bioélectricité, etc., où de nombreux capteurs associés à des circuits électriques sont mis en œuvre pour mesurer des grandeurs physiques et chimiques. Le volet expérimental de cet enseignement fournira l'occasion de sensibiliser les élèves aux règles de sécurité et de les amener à utiliser des multimètres, des microcontrôleurs associés à des capteurs, des oscilloscopes, etc.

Notions abordées au collège (cycle 4)

Circuits électriques, dipôles en série, dipôles en dérivation, boucle, unicité de l'intensité dans un circuit série, loi d'additivité des tensions, loi d'additivité des intensités, loi d'Ohm, règles de sécurité, énergie et puissance électriques.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Loi des nœuds. Loi des mailles.	Exploiter la loi des mailles et la loi des nœuds dans un circuit électrique comportant au plus deux mailles. Mesurer une tension et une intensité.

Caractéristique tension-courant d'un dipôle.
Résistance et systèmes à comportement de type ohmique.
Loi d'Ohm.

Capteurs électriques.

Exploiter la caractéristique d'un dipôle électrique : point de fonctionnement, modélisation par une relation $U = f(I)$ ou $I = g(U)$.

Utiliser la loi d'Ohm.

Représenter et exploiter la caractéristique d'un dipôle.

Capacités numériques : représenter un nuage de points associé à la caractéristique d'un dipôle et modéliser la caractéristique de ce dipôle à l'aide d'un langage de programmation.

Capacité mathématique : identifier une situation de proportionnalité.

Citer des exemples de capteurs présents dans les objets de la vie quotidienne.

Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur électrique résistif. Produire et utiliser une courbe d'étalonnage reliant la résistance d'un système avec une grandeur d'intérêt (température, pression, intensité lumineuse, etc.).

Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur.

Sciences et laboratoire (S.L.)

Classe de seconde,
enseignement technologique optionnel

Sommaire

Préambule	3
■ <i>Objectifs de l'enseignement</i>	3
■ <i>Repères pour l'enseignement</i>	3
■ <i>Thèmes</i>	4
■ <i>Évaluation</i>	4
Thèmes proposés	5
■ <i>Atmosphère terrestre</i>	5
■ <i>Utilisations des ressources de la nature</i>	5
■ <i>Mélanges et formulation</i>	6
■ <i>Prévention des risques</i>	6
■ <i>Investigation policière</i>	6
■ <i>Arts</i>	7
■ <i>Systèmes automatisés</i>	7

Préambule

■ Objectifs de l'enseignement

Les sciences expérimentales permettent aux laboratoires, à des institutions et à des entreprises de trouver des réponses aux questions scientifiques qui se posent dans une société moderne. Elles font percevoir aux élèves différents grands enjeux et leur donnent les moyens de les aborder de façon objective. Développer, dès le lycée, les aptitudes à analyser des situations complexes et les conséquences de choix de société impliquant les sciences constitue aujourd'hui une priorité de formation. Cela conduit à se poser des questions de sciences, à imaginer des réponses réalistes, à prendre des initiatives pour passer des idées aux réalisations concrètes et à contrôler que les résultats obtenus répondent bien aux questions posées.

L'enseignement optionnel sciences et laboratoire porte cette exigence à travers une pratique soutenue d'une démarche scientifique dans le cadre d'activités de laboratoire. Il vise à susciter chez l'élève le goût de la recherche, à développer son esprit critique, son esprit d'innovation et, dans le cadre d'un travail collaboratif, à lui faire découvrir ses capacités à construire un projet qui répond à une problématique en insistant particulièrement sur l'observation et la mesure. Cela passe par le choix et la maîtrise des instruments et des techniques de laboratoire, puis par l'exploitation des résultats. La pratique expérimentale est privilégiée dans cet enseignement ; elle favorise la formation de l'esprit scientifique si elle est guidée par un objectif précis et si la réponse est analysée avec un regard critique.

Des rencontres avec des scientifiques (chercheurs, techniciens, ingénieurs), des visites de laboratoires ou d'entreprises et des partenariats complètent utilement cet enseignement. Ils donnent aux élèves la possibilité de découvrir des métiers et des formations dans le champ des sciences et les aident à construire leur projet de poursuite d'études en leur faisant mieux connaître la nature des enseignements scientifiques et technologiques.

Dans la continuité de l'enseignement des sciences au collège et en cohérence avec les programmes du lycée, cet enseignement fait appel, en les renforçant, aux compétences des différents domaines du socle commun de connaissances, de compétences et de culture et à celles travaillées au collège, notamment en physique-chimie ; il s'appuie aussi sur les compétences de la démarche scientifique telles qu'elles sont définies dans le programme de physique-chimie de seconde générale et technologique.

■ Repères pour l'enseignement

Cet enseignement optionnel propose des thèmes stimulants et innovants et favorise la dynamique de projet. Cette démarche permet notamment le développement progressif de l'autonomie et l'expression de l'imagination et de la créativité. L'utilisation de capteurs et

de microcontrôleurs, l'exploitation des outils numériques comme le tableur-grapheur, l'acquisition et le traitement de données, la simulation et le codage sont privilégiés.

La démarche de projet passe dans un premier temps par l'identification d'une problématique précise dont la résolution constitue pour les élèves un objectif à atteindre. Dans ce cadre, les élèves sont conduits :

- à réinvestir des connaissances et savoir-faire acquis mais aussi à en identifier et acquérir de nouveaux ;
- à identifier et mettre en œuvre l'ensemble des tâches à accomplir dans lesquelles tous les élèves peuvent s'impliquer et jouer un rôle actif au sein d'une équipe ;
- à communiquer sur leurs travaux.

Cette forme d'apprentissage renforce les compétences liées à la démarche scientifique et celles liées au travail en équipe.

■ Thèmes

Le professeur choisit deux ou trois thèmes parmi ceux proposés dans le programme afin d'explorer des domaines variés. Pour des raisons locales (partenariats, spécificités de l'établissement), il est possible de choisir un thème libre à condition que celui-ci vise les objectifs de l'enseignement précisés plus haut. Des pistes d'exploration sont proposées pour chacun des thèmes du programme.

Les connaissances et capacités mobilisées s'appuient sur celles acquises au collège et dans les enseignements communs de la classe de seconde. Au besoin, des connaissances peuvent être introduites dans le cadre de cet enseignement optionnel, mais elles ne seront pas exigibles pour une orientation en classe de première, quelle que soit la voie ou la série envisagée par l'élève.

■ Évaluation

L'élève doit prendre conscience de ses aptitudes à résoudre des problèmes en évoluant dans un contexte expérimental grâce à une évaluation qui soutient ses apprentissages et l'aide à préciser son projet d'orientation. Cette évaluation prend appui sur le tableau des compétences de la démarche scientifique telles qu'elles sont identifiées dans le programme de physique-chimie de seconde générale et technologique. Le professeur fournit par ailleurs aux élèves les éléments nécessaires pour qu'ils puissent apprécier leur progression.

Thèmes proposés

■ Atmosphère terrestre

Air	<ul style="list-style-type: none">– Qualité de l'air, pollution.– Mirages.
Rayonnement solaire	<ul style="list-style-type: none">– Arcs-en-ciel, halos.– Effet de serre.– Protection solaire.
Météorologie	<ul style="list-style-type: none">– Phénomènes atmosphériques, pluie, neige, cyclones.– Prévisions météorologiques.
Couplage atmosphère / géosphère	<ul style="list-style-type: none">– Cycle de l'eau.– Échanges gazeux océan / atmosphère.– Échanges énergétiques océan / atmosphère.

■ Utilisations des ressources de la nature

Eau	<ul style="list-style-type: none">– Qualité de l'eau, traitements de l'eau.– Désalinisation.
Ressources énergétiques renouvelables	<ul style="list-style-type: none">– Énergie solaire, photopiles, four et chauffe-eau solaires.– Énergie éolienne et hydraulique.– Biomasse.
Agro-ressources, production et utilisation	<ul style="list-style-type: none">– Extraction de substances naturelles.– Sucres, huiles, protéines végétales.– Principes actifs, hémi-synthèse, médicaments.– Parfums et huiles essentielles.– Produits phytosanitaires, colorants.– Agro-carburants, biopolymères.

■ Mélanges et formulation

Parfums et cosmétiques	<ul style="list-style-type: none">- Dissolvants.- Textures.- Émulsions et poudres.- Huiles essentielles.- Chromatographie.
Médicaments	<ul style="list-style-type: none">- Principe actif, excipient.- Encapsulation.- Nanoparticules.
Additifs alimentaires	<ul style="list-style-type: none">- Édulcorants.- Conservateurs et antioxydants.- Colorants.- Arômes.- Acidifiants.

■ Prévention des risques

Déchets domestiques et industriels	<ul style="list-style-type: none">- Tri, techniques de séparation.- Traitement des effluents.- Stockage.
Prévention du risque chimique et biologique	<ul style="list-style-type: none">- Techniques d'asepsie.- Filtres, charbon actif, dépoussiéreur.- Produits domestiques et risques.
Chimie et environnement	<ul style="list-style-type: none">- Composés organiques volatils.- Solvants verts.- Biomolécules.
Sécurité et ondes	<ul style="list-style-type: none">- Radiographie.- Radioactivité.- Acoustique, niveau sonore.- Téléphone mobile.

■ Investigation policière

Prévention et contrôle	<ul style="list-style-type: none">- Photodétection.- Alarmes.- Contrôleurs d'accès.- Matériaux de protection.
Étude d'indices	<ul style="list-style-type: none">- Identification de substances.- Micro-analyse.- Balistique.

Identification	<ul style="list-style-type: none"> – Reconnaissance vocale. – Identification humaine. – Traitement des images.
----------------	---

■ Arts

Arts visuels	<ul style="list-style-type: none"> – Matériaux, pigments, colorants. – Datation, dégradation, restauration. – Synthèse des couleurs et techniques picturales.
Musique	<ul style="list-style-type: none"> – Instruments de musique, voix. – Acoustique active, réverbération. – Enregistrements sonores (encodage, échantillonnage). – Analyse et traitement des sons.
Photographie et cinéma	<ul style="list-style-type: none"> – Image fixe, image animée. – Image en noir et blanc, image en couleur. – Développement argentique, tirages monochromes. – Traitement des images numériques, images de synthèse.

■ Systèmes automatisés

Transports	<ul style="list-style-type: none"> – Aides à la conduite : capteurs, microcontrôleurs, régulation. – Véhicule autonome, pilotage automatique. – Trafic et régulation de trafic.
Habitat	<ul style="list-style-type: none"> – Habitat passif, habitat bioclimatique, habitat actif. – Éclairage. – Systèmes automatisés domestiques, domotique. – Systèmes de prévention et de surveillance. – Robots d'assistance à la vie quotidienne.

Enseignement scientifique

Classe de première, enseignement commun

Préambule

L'ensemble des disciplines scientifiques concourt à la compréhension du monde, de son organisation, de son fonctionnement et des lois qui le régissent. Elles permettent aussi de maîtriser les outils et technologies proprement humains. L'histoire des sciences raconte une aventure de l'esprit humain, lancé dans une exploration du monde (la science pour savoir) et dans une action sur le monde (la science pour faire).

Le développement des sciences et des technologies a profondément modifié les conditions de vie des êtres humains et les sociétés dans lesquelles ils vivent. Cela s'est traduit par d'importants progrès, dans les domaines de l'alimentation, de la santé, de la communication, des transports, etc. Grâce à ses inventions, l'être humain a désormais les moyens d'agir sur son environnement immédiat. Par son impact, l'espèce humaine modifie également les équilibres à l'échelle globale de la planète. La présence humaine modifie le climat ; ses déchets s'accumulent et son utilisation des ressources naturelles est massive. Si l'espèce humaine n'est pas la première forme de vie à transformer la planète, c'est sans aucun doute la première qui s'en préoccupe.

Grâce, notamment, à l'approche scientifique, l'être humain dispose des outils intellectuels nécessaires pour devenir un acteur conscient et responsable de la relation au monde et de la transformation des sociétés. L'approche scientifique nourrit le jugement critique et rencontre des préoccupations d'ordre éthique. Ainsi, c'est de façon rationnellement éclairée que chacun doit être en mesure de participer à la prise de décisions, individuelles et collectives, locales ou globales.

La science construit peu à peu un corpus de connaissances grâce à des méthodes spécifiques : elle élabore un ensemble de théories, établit des lois, invente des concepts, découvre des mécanismes ; cet ensemble se perfectionne par la confrontation à des faits nouvellement connus, souvent en lien avec l'évolution des techniques. Le savoir scientifique est une construction collective qui a une histoire. Il est fondé sur le raisonnement rationnel et la recherche de causes matérielles ; il se développe parfois en réfutation des intuitions premières au-delà desquelles le scientifique doit s'aventurer.

La compréhension de l'histoire des savoirs scientifiques et de leur mode de construction, la pratique véritable d'une démarche scientifique (y compris dans sa dimension concrète) développent des qualités de l'esprit utiles à tous. Ainsi, en fréquentant la science, chacun développe-t-il son intelligence, sa curiosité, sa raison, son humilité devant les faits et les idées pour enrichir son savoir.

Le but essentiel de l'enseignement scientifique est de dispenser une formation scientifique générale pour tous les élèves, tout en offrant un point d'appui pour ceux qui poursuivent et veulent poursuivre des études scientifiques. Il ne vise pas à construire un savoir encyclopédique mais cherche plutôt à atteindre trois buts intimement liés :

- contribuer à faire de chaque élève une personne lucide, consciente de ce qu'elle est, de ce qu'est le monde et de ce qu'est sa relation au monde ;
- contribuer à faire de chaque élève un citoyen ou une citoyenne responsable, qui connaît les conséquences de ses actions sur le monde et dispose des outils nécessaires pour les contrôler ;
- contribuer au développement en chaque élève d'un esprit rationnel, autonome et éclairé, capable d'exercer une analyse critique face aux fausses informations et aux rumeurs.

Programme

Pour atteindre les objectifs définis en préambule, ce programme précise d'une part des objectifs généraux de formation et présente d'autre part un ensemble d'objectifs thématiques dont les contenus sont largement interdisciplinaires.

Les premiers ont pour but d'aider les élèves à cerner ce que la connaissance scientifique a de spécifique, dans ses pratiques, dans ses méthodes d'élaboration et dans ses enjeux de société. Les objectifs thématiques visent à consolider la culture scientifique des élèves tout en leur fournissant les éléments d'une pratique autonome du raisonnement scientifique dans des contextes variés.

Ces deux aspects sont complémentaires. Les professeurs décident comment satisfaire aux objectifs de formation générale en traitant les contenus de chaque thème. Ils doivent veiller à respecter un juste équilibre entre ces deux composantes de l'enseignement.

Les objectifs généraux de formation et les repères pour l'enseignement qui suivent concernent les deux années du cycle terminal dont les programmes constituent un ensemble cohérent.

Objectifs généraux de formation

L'enseignement scientifique veut développer des compétences générales par la pratique de la réflexion scientifique. Les objectifs ci-dessous énoncés constituent une dimension essentielle de l'enseignement scientifique et ne doivent en aucun cas être négligés au profit du seul descriptif thématique. Ils sont regroupés autour des trois idées liées les unes aux autres :

■ Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration

Le savoir scientifique résulte d'une construction rationnelle. Il se distingue d'une croyance ou d'une opinion. Il s'appuie sur l'analyse de faits extraits de la réalité complexe ou produits au cours d'expériences. Il cherche à expliquer la réalité par des causes matérielles.

Le savoir scientifique résulte d'une longue construction collective jalonnée d'échanges d'arguments, de controverses parfois vives. C'est lentement qu'une certitude raisonnable s'installe et se précise, au gré de la prise en compte de faits nouveaux, souvent en lien avec les progrès techniques. Ce long travail intellectuel met en jeu l'énoncé d'hypothèses dont on tire des conséquences selon un processus logique. Ces modalités sont en partie variables selon les disciplines concernées.

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, il s'agit donc, en permanence, d'associer l'acquisition de quelques savoirs et savoir-faire exigibles à la compréhension de leur nature et de leur construction.

■ Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques

Au cours de son activité de production du savoir, le scientifique met en œuvre un certain nombre de pratiques qui, si elles ne sont pas spécifiques de son travail, en sont néanmoins des aspects incontournables.

Quelques mots-clés permettent de les présenter : observer, décrire, mesurer, quantifier, calculer, imaginer, modéliser, simuler, raisonner, prévoir le futur ou remonter dans le passé.

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, il s'agit, chaque fois que l'on met en œuvre une authentique pratique scientifique, de l'expliciter et de prendre conscience de sa nature.

■ Identifier et comprendre les effets de la science sur les sociétés

La science et ses applications technologiques transforment profondément les sociétés modernes. Leurs effets touchent l'alimentation (agriculture et agroalimentaire), la santé (médecine), les communications (transports, échange d'information), l'apprentissage et la réflexion (intelligence artificielle), la maîtrise des risques naturels et technologiques, la protection de l'environnement, etc.

La compréhension de ces transformations est indispensable à la prise de décision ; elle distingue l'approche purement scientifique d'autres approches (économiques, éthiques, etc.).

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, il s'agit de faire comprendre à chacun en quoi la culture scientifique est aujourd'hui indispensable pour saisir l'évolution des sociétés et agir sur elle.

Repères pour l'enseignement

Si les objectifs généraux ou particuliers sont clairement identifiés dans le programme, la manière de les atteindre relève de la liberté pédagogique du professeur ou de l'équipe de professeurs. Ce paragraphe ne limite nullement cette liberté pédagogique ni n'en canalise l'expression.

■ Un enseignement en prise avec le réel complexe

Le scientifique rend intelligible le monde en déchiffrant la réalité complexe, dont il extrait des éléments qu'il analyse et dont il élucide les interactions. Il est néanmoins opportun de saisir une ou des occasion(s) de montrer la complexité du réel lui-même. Une manière privilégiée de le faire consiste à travailler hors des murs de la classe ou de l'établissement (terrain naturel, laboratoire, entreprise, musée, etc.).

La prise en compte de la complexité impose aussi le croisement des approches de plusieurs disciplines, ce qui se traduit par le caractère interdisciplinaire de cet enseignement (y compris en dehors du champ scientifique). La rubrique *Histoire, enjeux, débats* offre des occasions de collaborations variées.

■ Une place réservée à l'observation et l'expérience en laboratoire

Si des études documentaires ou la résolution d'exercices permettent la mise en œuvre d'une démarche scientifique, la pratique expérimentale des élèves est essentielle. En particulier, il est bienvenu, chaque fois que possible, de créer les conditions permettant un travail de laboratoire fondé sur diverses formes

de manipulations. Ainsi, l'élève se livre lui-même à la confrontation entre faits et idées et comprend, en la pratiquant, la construction du savoir scientifique.

■ Une place importante pour l'histoire raisonnée des sciences

L'une des manières de comprendre comment se construit le savoir scientifique est de retracer le cheminement effectif de sa construction au cours de l'histoire des sciences. Il ne s'agit pas de donner à l'élève l'illusion qu'il trouve en quelques minutes ce qui a demandé le travail de nombreuses générations de chercheurs, mais plutôt, en se focalisant sur un petit nombre d'étapes bien choisies de l'histoire des sciences, de lui faire comprendre le rôle clé joué par certaines découvertes. Le rôle prépondérant joué parfois par tel ou tel chercheur sera souligné. Ce sera aussi l'occasion de montrer que l'histoire du savoir scientifique est une aventure humaine. Des controverses, parfois dramatiques, agitent la communauté scientifique. Ainsi, peu à peu, le savoir progresse et se précise.

■ Un usage explicite des outils numériques

Des outils numériques variés sont utilisables dans le cadre de l'enseignement scientifique : logiciels de calcul ou de simulation, environnements de programmation, logiciels tableurs, etc. Il convient d'associer leur utilisation par les élèves à la compréhension au moins élémentaire de leur nature et de leur fonctionnement.

Objectifs thématiques

Le programme est composé de plusieurs thèmes. Sa structure est explicitée ci-dessous.

La rubrique *Histoire, enjeux, débats* établit d'une part des dimensions historiques importantes et d'autre part des liens entre le thème et quelques questions socialement vives (économiques, éthiques, etc.). Il est demandé que, dans chaque thème, la manière d'aborder les attendus (les savoirs et savoir-faire exigibles) fasse une place à au moins l'un des items de cette liste. Par exemple, on peut choisir de traiter un point selon une démarche historique, ou mettre l'accent sur ses implications éthiques.

La disposition en colonnes indique des savoirs et savoir-faire exigibles, qui constituent les attendus spécifiques de chaque thème. Ce sont des objectifs précisément identifiés (notamment en vue de l'évaluation). Ils laissent au professeur ou à l'équipe de professeurs toute latitude pour construire la démarche. L'objectif de l'enseignement est à la fois de construire ces attendus, de former l'esprit et d'atteindre les objectifs généraux listés plus haut.

La rubrique *Prérequis et limites* précise l'articulation entre l'enseignement scientifique et les autres enseignements. Elle montre comment sont mobilisés des acquis des classes antérieures. Des limites sont explicitées pour préciser les exigences du programme.

■ Thème 1 : une longue histoire de la matière

L'immense diversité de la matière dans l'Univers se décrit à partir d'un petit nombre de particules élémentaires qui se sont organisées de façon hiérarchisée, en unités de plus en plus complexes, depuis le *Big Bang* jusqu'au développement de la vie.

Histoire, enjeux et débats :

- De Fraunhofer à Bethe : les éléments dans les étoiles.
- Hooke, Schleiden et Schwann : de la découverte de la cellule à la théorie cellulaire.
- Becquerel, Marie Curie : la découverte de la radioactivité, du radium.
- Industrie des métaux et du verre.

■ Un niveau d'organisation : les éléments chimiques

Savoirs	Savoir-faire
Les noyaux des atomes de la centaine d'éléments chimiques stables résultent de réactions nucléaires qui se produisent au sein des étoiles à partir de l'hydrogène initial. La matière connue de l'Univers est formée principalement d'hydrogène et d'hélium alors que la Terre est surtout constituée d'oxygène, d'hydrogène, de fer, de silicium, de magnésium et les êtres vivants de carbone, hydrogène, oxygène et azote.	Produire et analyser différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques (proportions) dans l'Univers, la Terre, les êtres vivants. L'équation d'une réaction nucléaire stellaire étant fournie, reconnaître si celle-ci relève d'une fusion ou d'une fission.
Certains noyaux sont instables et se désintègrent (radioactivité). L'instant de désintégration d'un noyau radioactif individuel est aléatoire. La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon macroscopique se soit désintégrée. Cette demi-vie est caractéristique du noyau radioactif.	Calculer le nombre de noyaux restants au bout de n demi-vies. Estimer la durée nécessaire pour obtenir une certaine proportion de noyaux restants. Utiliser une représentation graphique pour déterminer une demi-vie. Utiliser une décroissance radioactive pour une datation (exemple du carbone 14).

Prérequis et limites

Les notions, déjà connues, de noyau, d'atome, d'élément chimique et de réaction nucléaire sont remobilisées. Il s'agit de montrer l'évolution de la matière au cours de l'histoire de l'Univers. Aucune connaissance n'est exigible sur les différents types de radioactivité.

L'évolution du nombre moyen de noyaux restants se limite au cas discret mais aucun formalisme sur la notion de suite n'est exigible.

Les fonctions exponentielles et logarithme ne font pas partie des connaissances attendues.

■ **Des édifices ordonnés : les cristaux**

Savoirs	Savoir-faire
<p>Le chlorure de sodium solide (présent dans les roches, ou issu de l'évaporation de l'eau de mer) est constitué d'un empilement régulier périodique (état cristallin) d'ions.</p>	<p>Utiliser une représentation 3D informatisée du cristal de chlorure de sodium.</p> <p>Relier l'organisation de la maille au niveau microscopique à la structure du cristal au niveau macroscopique.</p>
<p>Plus généralement, une structure cristalline est définie par une maille élémentaire répétée périodiquement. Un type cristallin est défini par la forme géométrique de la maille, la nature et la position dans cette maille des entités qui le constituent.</p> <p>Les cristaux les plus simples peuvent être décrits par une maille cubique que la géométrie du cube permet de caractériser. La position des entités dans cette maille distingue les réseaux cubique simple et cubique à faces centrées.</p> <p>La structure microscopique du cristal conditionne certaines de ses propriétés macroscopiques, dont sa masse volumique.</p>	<p>Pour chacun des deux réseaux (cubique simple et cubique à faces centrées) :</p> <ul style="list-style-type: none"> – représenter la maille en perspective cavalière ; – déterminer la compacité dans le cas d'atomes sphériques tangents ; – dénombrer les atomes par maille et calculer la masse volumique du cristal.
<p>Un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structures qui ont des propriétés macroscopiques différentes.</p> <p>Ainsi les minéraux se caractérisent par leur composition chimique et leur organisation cristalline.</p> <p>Une roche est formée de l'association de cristaux d'un même minéral ou de plusieurs minéraux.</p>	<p>Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche.</p> <p>Les identifier sur un échantillon ou une image.</p>

Des structures cristallines existent aussi dans les organismes biologiques (coquille, squelette, calcul rénal, etc.).	
Dans le cas des solides amorphes, l'empilement d'entités se fait sans ordre géométrique. C'est le cas du verre. Certaines roches volcaniques contiennent du verre, issu de la solidification très rapide d'une lave.	Mettre en relation la structure amorphe ou cristalline d'une roche et les conditions de son refroidissement.

Prérequis et limites

Les notions, déjà connues, d'entité chimique, de roche et de minéral sont remobilisées. L'objectif est de présenter l'organisation de la matière propre à l'état cristallin à partir d'exemples. La diversité des systèmes cristallins et des minéraux est seulement évoquée. La description de l'état cristallin est l'occasion d'utiliser les mathématiques (géométrie du cube et de la sphère, calculs de volumes, proportions) pour décrire la nature et quantifier ses propriétés.

■ Une structure complexe : la cellule vivante

Savoirs	Savoir-faire
<p>La découverte de l'unité cellulaire est liée à l'invention du microscope.</p> <p>L'observation de structures semblables dans de très nombreux organismes a conduit à énoncer le concept général de cellule et à construire la théorie cellulaire.</p> <p>Plus récemment, l'invention du microscope électronique a permis l'exploration de l'intérieur de la cellule et la compréhension du lien entre échelle moléculaire et cellulaire.</p>	<p>Analyser et interpréter des documents historiques relatifs à la théorie cellulaire.</p> <p>Situer les ordres de grandeur de taille : atome, molécule, organite, cellule, organisme.</p>
<p>La cellule est un espace séparé de l'extérieur par une membrane plasmique. Cette membrane est constituée d'une bicouche lipidique et de protéines. La structure membranaire est stabilisée par le caractère hydrophile ou lipophile de certaines parties des molécules constitutives.</p>	<p>Relier l'échelle de la cellule et celle de la molécule (exemple de la membrane plasmique).</p> <p>Schématiser la membrane plasmique à partir de molécules dont les parties hydrophile/lipophile sont identifiées.</p>

Prérequis et limites

La notion, déjà connue, de cellule est remobilisée. Il s'agit seulement de montrer comment s'est construite la théorie cellulaire et d'illustrer l'importance des progrès techniques dans son développement.

Les formules chimiques des molécules membranaires et la prédiction de leur caractère hydrophile/lipophile ne sont pas exigibles.

■ Thème 2 : le Soleil, notre source d'énergie

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du Soleil. Cette énergie conditionne la température de surface de la Terre et détermine les climats et les saisons. Elle permet la photosynthèse des végétaux et se transmet par la nutrition à d'autres êtres vivants.

Histoire, enjeux, débats :

- Repères historiques sur l'étude du rayonnement thermique (Stefan, Boltzmann, Planck, Einstein).
- Le discours sur l'énergie dans la société : analyse critique du vocabulaire d'usage courant (énergie fossile, énergie renouvelable, etc.).
- L'albédo terrestre : un paramètre climatique majeur.
- Distinction météorologie/climatologie.

■ Le rayonnement solaire

Savoirs	Savoir-faire
<p>L'énergie dégagée par les réactions de fusion de l'hydrogène qui se produisent dans les étoiles les maintient à une température très élevée.</p> <p>Du fait de l'équivalence masse-énergie (relation d'Einstein), ces réactions s'accompagnent d'une diminution de la masse solaire au cours du temps.</p> <p>Comme tous les corps matériels, les étoiles et le Soleil émettent des ondes électromagnétiques et donc perdent de</p>	<p>Déterminer la masse solaire transformée chaque seconde en énergie à partir de la donnée de la</p>

<p>l'énergie par rayonnement.</p> <p>Le spectre du rayonnement émis par la surface (modélisé par un spectre de <i>corps noir</i>) dépend seulement de la température de surface de l'étoile.</p> <p>La longueur d'onde d'émission maximale est inversement proportionnelle à la température absolue de la surface de l'étoile (loi de Wien).</p>	<p>puissance rayonnée par le Soleil.</p> <p>À partir d'une représentation graphique du spectre d'émission du corps noir à une température donnée, déterminer la longueur d'onde d'émission maximale.</p> <p>Appliquer la loi de Wien pour déterminer la température de surface d'une étoile à partir de la longueur d'onde d'émission maximale.</p>
<p>La puissance radiative reçue du Soleil par une surface plane est proportionnelle à l'aire de la surface et dépend de l'angle entre la normale à la surface et la direction du Soleil.</p> <p>De ce fait, la puissance solaire reçue par unité de surface terrestre dépend :</p> <ul style="list-style-type: none"> – de l'heure (variation diurne) – du moment de l'année (variation saisonnière) – de la latitude (zonation climatique). 	<p>Sur un schéma, identifier les configurations pour lesquelles la puissance reçue par une surface est maximale ou minimale.</p> <p>Analyser, interpréter et représenter des données de températures. Calculer et comparer des moyennes temporelles de températures.</p>

Prérequis et limites

Les notions de base concernant l'énergie et la puissance, déjà connues, sont remobilisées.

La loi de Planck n'est pas explicitée : toutes les analyses spectrales sont réalisées à partir de représentations graphiques.

La relation entre la température absolue, exprimée en kelvin, et la température en degrés Celsius est fournie, ainsi que la loi de Wien.

■ Le bilan radiatif terrestre

Savoirs	Savoir-faire
<p>La proportion de la puissance totale, émise par le Soleil et atteignant la Terre, est déterminée par son rayon et sa distance au Soleil.</p> <p>Une fraction de cette puissance, quantifiée par l'albédo terrestre moyen, est diffusée par la Terre vers l'espace, le reste est absorbé par l'atmosphère, les continents et les océans.</p>	<p>En s'appuyant sur un schéma, calculer la proportion de la puissance émise par le Soleil qui atteint la Terre.</p> <p>L'albédo terrestre étant donné, déterminer la puissance totale reçue par le sol de la part du Soleil.</p>
<p>Le sol émet un rayonnement électromagnétique dans le domaine infrarouge (longueur d'onde voisine de $10 \mu\text{m}$) et dont la puissance par unité de surface augmente avec la température.</p> <p>Une partie de cette puissance est absorbée par l'atmosphère, qui elle-même émet un rayonnement infrarouge vers le sol et vers l'espace (effet de serre).</p> <p>La puissance reçue par le sol en un lieu donné est égale à la somme de la puissance reçue du Soleil et de celle reçue de l'atmosphère. Ces deux dernières sont du même ordre de grandeur.</p> <p>Un équilibre, qualifié de <i>dynamique</i>, est atteint lorsque le sol reçoit au total une puissance moyenne égale à celle qu'il émet. La température moyenne du sol est alors constante.</p>	<p>Commenter la courbe d'absorption de l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde.</p> <p>Représenter sur un schéma les différents rayonnements reçus et émis par le sol.</p> <p>Expliquer qualitativement l'influence des différents facteurs (albedo, effet de serre) sur la température terrestre moyenne.</p>

Prérequis et limites

Les notions de longueur d'onde de rayonnement et de spectre visible, déjà connues, sont remobilisées. L'objectif de ce paragraphe est de comprendre qualitativement comment le bilan énergétique de la Terre conditionne sa température.

La théorie de l'effet de serre et la connaissance de la loi de Stefan-Boltzmann ne sont pas exigibles.

Le réchauffement climatique global associé au renforcement de l'effet de serre sera étudié en détail en terminale, mais il peut être mentionné.

■ Une conversion naturelle de l'énergie solaire : la photosynthèse

Savoirs	Savoir-faire
<p>Une partie du rayonnement solaire absorbé par les végétaux verts permet la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone (photosynthèse).</p> <p>Ce processus permet, à l'échelle de la planète, l'entrée dans la biosphère de matière minérale stockant de l'énergie sous forme chimique.</p> <p>Cette énergie est utilisée pour former certaines molécules organiques. Ces molécules peuvent être transformées par respiration ou fermentation pour libérer l'énergie nécessaire au métabolisme des êtres vivants.</p> <p>À l'échelle de la planète, les végétaux verts utilisent pour la photosynthèse environ 0,1% de la puissance solaire totale disponible.</p> <p>À l'échelle de la feuille, la photosynthèse utilise 1% de la puissance radiative reçue, le reste est soit diffusé, soit transmis (transparence), soit absorbé (échauffement et évapo-transpiration).</p>	<p>Recenser, extraire et organiser des informations pour prendre conscience de l'importance planétaire de la photosynthèse.</p> <p>Comparer les spectres d'absorption et d'action photosynthétique d'un végétal.</p> <p>Représenter sur un schéma les différents échanges d'énergie au niveau d'une feuille.</p>
<p>À l'échelle des temps géologiques, une partie de la matière organique s'accumule dans les sédiments puis se transforme en donnant des combustibles fossiles : gaz, charbon, pétrole.</p>	<p>À partir de l'étude d'un combustible fossile ou d'une roche de son environnement, discuter son origine biologique.</p>

Prérequis et limites

Les notions de biologie et géologie utiles à ce paragraphe, déjà connues, sont remobilisées (photosynthèse, respiration, fermentation, sédimentation, combustible fossile). Sans les approfondir, il s'agit de montrer comment elles sont utiles pour comprendre les flux d'énergie à différentes échelles. Aucun développement sur les mécanismes cellulaires et moléculaires n'est exigible.

■ Le bilan thermique du corps humain

Savoirs	Savoir-faire
La température du corps reste stable parce que l'énergie qu'il libère est équilibrée par la production d'énergie métabolique.	Représenter sur un schéma qualitatif les différents échanges d'énergie entre l'organisme et le milieu extérieur.
La source d'énergie est l'oxydation respiratoire des aliments.	Utiliser des données quantitatives sur l'apport énergétique d'aliments dans un bilan d'énergie correspondant à des activités variées.
Globalement, la puissance thermique libérée par un corps humain au repos est de l'ordre de 100W.	

Prérequis et limites

Les notions de production et de conversion d'énergie, déjà connues, sont remobilisées.

La respiration et le rôle énergétique des aliments, déjà connus, sont remobilisés.

Aucun développement n'est attendu concernant les mécanismes cellulaires et moléculaires.

■ Thème 3 : la Terre, un astre singulier

La Terre, singulière parmi un nombre gigantesque de planètes, est un objet d'étude ancien. Les évidences apparentes et les récits non scientifiques ont d'abord conduit à des représentations naïves. La compréhension scientifique de sa forme, son âge et son mouvement résulte d'un long cheminement, émaillé de controverses.

Histoire, enjeux et débats :

- L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Ératosthène (et les hypothèses d'Anaxagore).
- L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Delambre et Méchain (détermination de la longueur de l'arc du méridien reliant Dunkerque à Barcelone).
- Histoire de la définition du mètre.
- Quelques grandes étapes de l'étude de l'âge de la Terre : Buffon, Darwin, Kelvin, Rutherford.
- Modalités de la construction d'une approche scientifique d'une question controversée pour aboutir à un résultat stabilisé.
- Grandes étapes de la controverse sur l'organisation du système solaire : Ptolémée, Copernic, Galilée, Kepler, Tycho Brahe, Newton.

■ La forme de la Terre

Savoirs	Savoir-faire
<p>Dès l'antiquité, des observations de différentes natures ont permis de conclure que la Terre était sphérique, alors même que, localement, elle apparaît plane dans la plupart des expériences quotidiennes.</p> <p>Cette forme sphérique est une conséquence de l'attraction gravitationnelle.</p> <p>Historiquement, des méthodes géométriques ont permis de calculer la longueur d'un méridien (environ 40 000km) à partir de mesures d'angles ou de longueurs : méthodes d'Ératosthène et de triangulation plane.</p>	<p>Calculer la longueur du méridien terrestre par la méthode d'Ératosthène.</p> <p>Calculer une longueur par la méthode de triangulation utilisée par Delambre et Méchain.</p> <p>Calculer le rayon de la Terre à partir de la longueur du méridien.</p>
<p>On repère un point à la surface de la Terre par deux coordonnées angulaires, sa latitude et sa longitude.</p> <p>Le plus court chemin entre deux points à la surface de la Terre est l'arc du grand cercle qui les relie.</p>	<p>Calculer la longueur d'un arc de méridien et d'un arc de parallèle.</p> <p>Comparer, à l'aide d'un système d'information géographique, les longueurs de différents chemins reliant deux points à la surface de la Terre.</p>

Prérequis et limites

La connaissance de la loi des sinus (formule reliant longueurs et sinus des angles d'un triangle) n'est pas exigible. Elle est fournie pour mettre en œuvre le principe de triangulation plane (calcul d'une longueur à partir de la mesure d'une autre longueur et de deux angles).

On admettra que la longueur d'un arc de cercle est proportionnelle à l'angle qui l'intercepte.

Le repérage sur une sphère, déjà connu des élèves, est remobilisé.

Le calcul de la longueur entre deux points le long d'un grand cercle n'est pas exigible.

■ L'histoire de l'âge de la Terre

Savoirs	Savoir-faire
<p>Au cours de l'histoire des sciences, plusieurs arguments ont été utilisés pour aboutir à la connaissance actuelle de l'âge de la Terre :</p>	<p>Interpréter des documents présentant des arguments historiques utilisés pour comprendre l'âge de la Terre.</p>

temps de refroidissement, empilements sédimentaires, évolution biologique, radioactivité. L'âge de la Terre aujourd'hui précisément déterminé est de $4,57 \cdot 10^9$ ans.	Identifier diverses théories impliquées dans la controverse scientifique de l'âge de la Terre.
--	--

Prérequis et limites

L'objectif n'est pas de connaître dans le détail les arguments utilisés au cours de l'histoire des sciences, mais de savoir interpréter des données relatives à ces arguments. Il s'agit de prendre appui sur cet exemple pour montrer comment la science construit et perfectionne peu à peu sa compréhension de la nature, en exploitant des faits nouveaux apparus successivement. Il s'agit aussi de montrer qu'une question scientifique complexe est résolue grâce à la participation de plusieurs domaines de connaissance.

■ La Terre dans l'Univers

Savoirs	Savoir-faire
Observée dans un référentiel fixe par rapport aux étoiles, la Terre parcourt une trajectoire quasi circulaire autour du Soleil. Le passage d'une conception géocentrique à une conception héliocentrique constitue l'une des controverses majeures de l'histoire des sciences.	Interpréter des documents présentant des arguments historiques pour discuter la théorie héliocentrique.
Observée dans un référentiel géocentrique, la Lune tourne autour de la Terre sur une trajectoire quasi-circulaire. Elle présente un aspect qui varie au cours de cette rotation (phases). La Lune tourne également sur elle-même et présente toujours la même face à la Terre.	Interpréter l'aspect de la Lune dans le ciel en fonction de sa position par rapport à la Terre et au Soleil.

Prérequis et limites

L'organisation du système solaire est déjà connue. L'accent est mis ici sur la compréhension de cette organisation au cours de l'histoire des sciences et sur l'importance des controverses scientifiques concernées.

■ Thème 4 : Son et musique, porteurs d'information

L'être humain perçoit le monde à l'aide de signaux dont certains sont de nature sonore. De l'Antiquité jusqu'à nos jours, il a combiné les sons de manière harmonieuse pour en faire un art, la musique, qui entretient des liens privilégiés avec les mathématiques. L'informatique permet aujourd'hui de numériser les sons et la musique.

Histoire, enjeux, débats :

- L'histoire de l'analyse temps-fréquence depuis Fourier.
- La controverse entre d'Alembert, Euler et Daniel Bernoulli sur le problème des cordes vibrantes.
- L'histoire des gammes, de Pythagore à Bach.
- Des algorithmes au cœur de la composition musicale : de l'Offrande musicale de Bach à la musique contemporaine.
- Les enjeux culturels et économiques de la numérisation et de la compression des sons.
- La santé auditive.

■ Le son, phénomène vibratoire

Savoirs	Savoir-faire
<p>Un son pur est associé à un signal dépendant du temps de façon sinusoïdale.</p> <p>Un signal périodique de fréquence f se décompose en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples de f. Le son associé à ce signal est un son composé.</p> <p>f est appelée fréquence fondamentale, les autres fréquences sont appelées harmoniques.</p> <p>La puissance par unité de surface transportée par une onde sonore est quantifiée par son intensité. Son niveau d'intensité sonore est exprimé en décibels selon une échelle logarithmique.</p>	<p>Utiliser un logiciel permettant de visualiser le spectre d'un son.</p> <p>Utiliser un logiciel pour produire des sons purs et composés.</p> <p>Relier puissance sonore par unité de surface et niveau d'intensité sonore exprimé en décibels.</p>

<p>Une corde tendue, excitée, émet en vibrant un son composé dont la fréquence fondamentale ne dépend que de ses caractéristiques (longueur, tension, masse linéique).</p> <p>Dans les instruments à vent, un phénomène analogue se produit par vibration de l'air dans un tuyau.</p>	<p>Relier qualitativement la fréquence fondamentale du signal émis et la longueur d'une corde vibrante.</p>
---	---

Prérequis et limites

Les notions de son et de fréquence, déjà connues des élèves, sont remobilisées.

La sinusoïde est définie à partir de sa représentation graphique. Aucune construction mathématique de la fonction n'est attendue.

La formule donnant la fréquence fondamentale d'une corde vibrante en fonction de ses caractéristiques n'est pas exigible.

■ La musique ou l'art de faire entendre les nombres

Savoirs	Savoir-faire
<p>En musique, un intervalle entre deux sons est défini par le rapport (et non la différence) de leurs fréquences fondamentales.</p> <p>Deux sons dont les fréquences sont dans le rapport 2/1 correspondent à une même note, à deux hauteurs différentes. L'intervalle qui les sépare s'appelle une octave.</p>	
<p>Une gamme est une suite finie de notes réparties sur une octave.</p> <p>Dès l'Antiquité, la construction des gammes est basée sur des fractions simples, (2/1, 3/2, 4/3, etc.). En effet, des sons dont les fréquences sont dans ces rapports simples sont consonants.</p> <p>Une quinte est un intervalle entre deux fréquences de rapport 3/2.</p> <p>Les gammes naturelles, dites de Pythagore,</p>	<p>Calculer des puissances et des quotients en lien avec le cycle des quintes.</p>

sont basées sur le cycle des quintes. Des considérations mathématiques permettent de construire de telles gammes à 5, 7 ou 12 notes.	
L'intervalle entre deux notes consécutives d'une gamme de Pythagore n'est pas constant, ce qui provoque des dissonances (la plus connue est la quinte du loup). La connaissance des nombres irrationnels permet de construire des gammes à intervalles réguliers. La plus connue est la gamme tempérée à 12 notes.	Construire la gamme tempérée à 12 notes.

Prérequis et limites

La construction des gammes de Pythagore s'appuie sur des connaissances mathématiques acquises au collège sur les fractions et les puissances et permet de les mobiliser dans un contexte artistique. L'introduction des gammes tempérées permet de comprendre en quoi la découverte des nombres irrationnels a des applications en dehors du champ mathématique.

La racine douzième est introduite par analogie avec la racine carrée, en lien avec l'utilisation de la calculatrice.

■ Le son, une information à coder

Savoirs	Savoir-faire
<p>Pour numériser un son, on procède à la discrétisation du signal analogique sonore (échantillonnage et quantification).</p> <p>Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée et la quantification est fine, plus la numérisation est fidèle, mais plus la taille du fichier audio est grande.</p> <p>La reproduction fidèle du signal analogique nécessite une fréquence d'échantillonnage au moins double de celle du son.</p>	<p>Justifier le choix des paramètres de numérisation d'un son.</p> <p>Estimer la taille d'un fichier audio.</p>
<p>La compression consiste à diminuer la taille d'un fichier afin de faciliter son stockage et sa transmission.</p> <p>Les techniques de compression spécifiques au</p>	<p>Calculer un taux de compression.</p> <p>Comparer des caractéristiques et des qualités de fichiers audio compressés.</p>

son, dites « avec perte d'information », éliminent les informations sonores auxquelles l'oreille est peu sensible.	
--	--

Prérequis et limites

L'étude de la numérisation du son s'appuie sur les connaissances acquises dans l'enseignement Sciences Numériques et Technologie de seconde en matière de numérisation d'images.

■ Entendre la musique

Savoirs	Savoir-faire
L'oreille externe canalise les sons du milieu extérieur vers le tympan. Cette membrane vibrante transmet ces vibrations jusqu'à l'oreille interne par l'intermédiaire de l'oreille moyenne.	Relier l'organisation de l'oreille externe et de l'oreille moyenne à la réception et la transmission de la vibration sonore.
<p>L'être humain peut percevoir des sons de niveaux d'intensité approximativement compris entre 0 et 120 dB.</p> <p>Les sons audibles par les humains ont des fréquences comprises entre 20 et 20 000 Hz.</p> <p>Dans l'oreille interne, des structures cellulaires (cils vibratiles) entrent en résonance avec les vibrations reçues et les traduisent en un message nerveux qui se dirige vers le cerveau.</p> <p>Les cils vibratiles sont fragiles et facilement endommagés par des sons trop intenses. Les dégâts sont alors irréversibles et peuvent causer une surdité.</p>	<p>Relier la structure des cellules ciliées à la perception du son et à la fragilité du système auditif.</p> <p>Relier l'intensité du son au risque encouru par l'oreille interne.</p>
Des aires cérébrales spécialisées reçoivent les messages nerveux auditifs. Certaines permettent, après apprentissage, l'interprétation de l'univers sonore (parole, voix, musique, etc.).	Interpréter des données d'imagerie cérébrale relatives au traitement de l'information sonore.

Prérequis et limites

La connaissance approfondie de la physiologie de l'audition n'est pas l'objectif du programme. En particulier, les modalités de transduction de la vibration auditive en message nerveux ne sont pas exigibles. Il s'agit simplement de présenter dans ses grandes lignes le passage du phénomène physique du son à la sensibilité auditive consciente, en faisant apparaître les rôles respectifs de l'oreille et du cerveau.

■ Projet expérimental et numérique

Le projet s'articule autour de la mesure et des données qu'elle produit, qui sont au cœur des sciences expérimentales. L'objectif est de confronter les élèves à la pratique d'une démarche scientifique expérimentale, de l'utilisation de matériels (capteurs et logiciels) à l'analyse critique des résultats.

Le projet expérimental et numérique comporte trois dimensions :

- utilisation d'un capteur éventuellement réalisé en classe ;
- acquisition numérique de données ;
- traitement, représentation et interprétation de ces données.

Selon les projets, l'une ou l'autre de ces dimensions peut être plus ou moins développée.

L'objet d'étude peut être choisi librement, en lien avec le programme ou non. Il s'inscrit éventuellement dans le cadre d'un projet de classe ou d'établissement. Le travail se déroule sur une douzaine d'heures, contiguës ou réparties au long de l'année. Il s'organise dans des conditions matérielles qui permettent un travail pratique effectif.

La dimension numérique repose sur l'utilisation de matériels (capteur éventuellement associé à un microcontrôleur) et de logiciels (tableur, environnement de programmation).

Prérequis et limites

Ce projet remobilise certains acquis des classes antérieures : mesure et incertitudes, manipulation de capteurs et microcontrôleurs, données structurées et leur traitement, information chiffrée et statistique descriptive, utilisation d'un tableur et d'un environnement de programmation. L'objectif n'est pas d'introduire des notions nouvelles.

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

Communiquer	À l'écrit comme à l'oral :
	– présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ;
	– utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés
	– échanger entre pairs.

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. Capacité numérique : 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>
A) Détermination de la composition du système initial à l'aide de grandeurs physiques	
<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 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.</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 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ou en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 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>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.</p>
B) Suivi et modélisation de l'évolution d'un système chimique	
<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>Mettre en œuvre des transformations modélisées par des réactions d'oxydo-réduction.</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>Déterminer la composition de l'état final d'un système et l'avancement final d'une réaction.</p> <p>Capacité numérique : 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>Capacité mathématique : Utiliser une équation linéaire du premier degré.</p>
--	--

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

<p>Titrage 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>Réaliser un titrage direct avec repérage colorimétrique de l'équivalence pour déterminer la quantité de matière d'une espèce dans un échantillon.</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

Activités expérimentales support de la formation

A) De la structure à la polarité d'une entité

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_2 , H_2 , N_2 , H_2O , CO_2 , NH_3 , CH_4 , HCl , H^+ , H_3O^+ , Na^+ , NH_4^+ , Cl^- , OH^- , O^{2-} .
Interpréter la géométrie d'une entité à partir de son schéma de Lewis.
Utiliser des modèles moléculaires ou des logiciels de représentation moléculaire pour visualiser la géométrie d'une entité.

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) De la structure des entités à la cohésion et à la solubilité/miscibilité d'espèces chimiques

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.
Comparer la solubilité d'une espèce solide dans différents solvants (purs ou en mélange).
Interpréter un protocole d'extraction liquide-liquide à partir des valeurs de solubilités de l'espèce chimique dans les deux solvants.
Choisir un solvant et mettre en œuvre un protocole d'extraction liquide-liquide d'un soluté moléculaire.

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.

■ 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>
1. Interactions fondamentales et introduction à la notion de champ	
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"> – de la force de gravitation et du champ de gravitation ; – de la force électrostatique et du champ électrostatique. <p>Caractériser localement une ligne de champ électrostatique ou de champ de gravitation. Illustrer l'interaction électrostatique. Cartographier un champ électrostatique.</p>
<p>2. Description d'un fluide au repos</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. Tester la loi de Mariotte, par exemple en utilisant un dispositif comportant un microcontrôleur.</p> <p>Exploiter la relation $F = P.S$ pour déterminer la force pressante exercée par un fluide sur une surface plane S soumise à la pression P.</p> <p>Dans le cas d'un fluide incompressible au repos, utiliser la relation fournie exprimant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2)$. Tester la loi fondamentale de la statique des fluides.</p>
<p>3. Mouvement d'un système</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"> – pour en déduire une estimation de la variation de vitesse entre deux instants voisins, les forces appliquées au système étant connues ; – pour en déduire une estimation des forces appliquées au système, le comportement cinématique étant connu. <p>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.</p> <p>Capacité numérique : 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>Capacité mathématique : 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. Déterminer la caractéristique d'une source réelle de tension et l'utiliser pour proposer une modélisation par une source idéale associée à une résistance.</p> <p>Citer quelques ordres de grandeur de puissances fournies ou consommées par des dispositifs courants. Définir le rendement d'un convertisseur. Évaluer le rendement d'un dispositif.</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 $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overline{AB}$ 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>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.</p> <p>Capacité numérique : Utiliser un langage de programmation pour effectuer le bilan énergétique d'un système en mouvement.</p> <p>Capacité mathématique : 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. 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.</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. Déterminer, par exemple à l'aide d'un microcontrôleur ou d'un smartphone, une distance ou la célérité d'une onde. Illustrer l'influence du milieu sur la célérité d'une onde.</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. Déterminer la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale à l'aide d'une chaîne de mesure. Capacités numériques : 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>Illustrer les notions de synthèse additive, de synthèse soustractive et de couleur des objets.</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 $\lambda = c/\nu$ et $\Delta E = h\nu$.</p> <p>Obtenir le spectre d'une source spectrale et l'interpréter à partir du diagramme de niveaux d'énergie des entités qui la constituent.</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.

PHYSIQUE-CHIMIE POUR LA SANTÉ

Cycle terminal

Classe de première, voie technologique,
enseignement de spécialité, série ST2S

Préambule

■ Objectifs de formation

Une formation scientifique reposant sur une contextualisation marquée par l'interdisciplinarité

Situé dans le prolongement du programme de physique-chimie de la classe de seconde, le programme de physique-chimie pour la santé de la série ST2S s'oriente sensiblement vers une contextualisation marquée dans les domaines du vivant, de la santé et de l'environnement. Il vise la construction d'une culture marquée par le dialogue entre physique, chimie, biologie et physiopathologie humaine. L'ambition du programme est déclinée en plusieurs objectifs.

Le premier objectif est d'amener les élèves à maîtriser la compréhension des phénomènes abordés reposant sur le recours à des lois universelles.

Le deuxième objectif est de former des citoyens responsables et autonomes qui devront faire des choix ayant une incidence individuelle ou collective sur la santé et sur l'environnement. À cet égard, la physique-chimie contribue à l'éducation à la citoyenneté et au développement durable : elle développe une démarche d'analyse afin d'établir un diagnostic, ainsi qu'une démarche de prévention pour prévenir les risques et sensibiliser les élèves à l'importance des choix opérés de manière autonome et responsable. Les contextes choisis s'inscrivent d'une part dans le cadre environnemental, notamment l'habitat, la conduite sur route, la chaîne agroalimentaire, l'eau, les sols, ainsi que les risques, pollutions et protections afférentes ; ils se situent d'autre part dans le cadre des fonctions vitales de l'être humain, notamment la vision, l'audition, la circulation sanguine ou encore le métabolisme des nutriments ainsi que les besoins et pathologies associés.

Une formation scientifique adaptée à une poursuite d'études pour une insertion professionnelle dans les secteurs du travail social et de la santé

Le troisième objectif du programme est de susciter et de préparer la poursuite d'études ainsi qu'une insertion professionnelle réussie. Les notions et les contextes qui fondent l'enseignement de physique-chimie sont choisis afin d'éclairer les élèves sur les défis de société et les enjeux des développements actuels et futurs dans les domaines du vivant, de la santé et de l'environnement. L'enseignement de physique-chimie doit permettre à chaque élève de découvrir le fondement scientifique de certains domaines professionnels et d'acquérir les compétences pour une poursuite d'études dans des filières variées appartenant aux secteurs du travail social ou de la santé.

Une formation scientifique contribuant à l'acquisition de compétences multiples

La démarche scientifique est au cœur de l'enseignement de physique-chimie. Elle met l'accent sur l'analyse des données qualitatives et quantitatives tout en évitant les aspects calculatoires trop complexes. Elle permet la compréhension des phénomènes par l'expérimentation, l'usage éclairé de modèles simples, la vérification de lois simples, le raisonnement déductif ou prospectif.

Dans la continuité du programme de la classe de seconde, une attention particulière est apportée à la présentation des unités et des ordres de grandeur, à l'approche qualitative de la variabilité de la mesure d'une grandeur physique et de l'incertitude-type, à la maîtrise de notions mathématiques et numériques (proportionnalité, fonctions, programmation, simulation, etc.).

Différentes pratiques pédagogiques et didactiques sont nécessaires pour permettre les acquisitions : l'exposé, l'activité expérimentale, l'approche documentaire, la question ouverte etc. Les liens doivent être tissés entre les notions et contenus du programme et la vie quotidienne, l'actualité de la société, voire la recherche et le développement. À cet égard, l'enseignement de physique-chimie contribue à développer la capacité des élèves à porter un regard critique et éclairé sur l'information ; il lutte contre les représentations arbitraires et les croyances infondées, et en privilégiant les analyses et les raisonnements scientifiques.

L'enseignement de physique-chimie contribue à l'acquisition de compétences multiples chez l'élève : compétences scientifiques développées par la démarche scientifique fondée sur la maîtrise des notions et contenus du programme de physique-chimie, autonomie, initiative et esprit critique, qualités de l'expression écrite et orale, compétences sociales et capacités d'organisation portées par le travail en équipe et le respect des règles de sécurité.

Les compétences de la démarche scientifique, identifiées ci-dessous, visent à structurer la formation et l'évaluation des élèves. Quelques exemples de capacités associées précisent les contours de chaque compétence, l'ensemble n'ayant pas vocation à constituer un cadre rigide ni exhaustif.

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
S'approprier	<ul style="list-style-type: none">– Énoncer une problématique.– Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.– Représenter la situation par un schéma.
Analyser/ Raisonner	<ul style="list-style-type: none">– Formuler des hypothèses.– Proposer une stratégie de résolution de problème.– Évaluer des ordres de grandeur.– Proposer des lois pertinentes.– Choisir, proposer, justifier un protocole.– Procéder à des analogies.

Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> – Mener une démarche. – Utiliser un modèle théorique. – Effectuer des procédures courantes (calculs, graphes, représentations, collectes de données ...). – Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité adaptées.
Valider	<ul style="list-style-type: none"> – Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vérification. – Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer une valeur mesurée à une valeur de référence. – Confronter un modèle à des résultats expérimentaux. – Proposer d'éventuelles améliorations à la démarche ou au modèle.
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> – À l'écrit comme à l'oral : présenter de manière argumentée une démarche synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés. – Échanger entre pairs.

Mesure et incertitudes

Dans la continuité de la classe de seconde, l'objectif est, à partir d'exemples simples et significatifs, d'approfondir la prise en compte, par l'élève, de la variabilité des valeurs obtenues dans le cadre d'une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique. L'influence de l'instrument de mesure ou du protocole est au centre des activités expérimentales. Lorsque cela est pertinent dans le domaine des applications à la santé, la valeur mesurée est comparée à une valeur de référence afin de conclure qualitativement à la compatibilité ou à la non-compatibilité.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
Incertitude-type	<ul style="list-style-type: none"> – Définir qualitativement une incertitude-type et l'évaluer par une approche statistique.
Écriture du résultat	<ul style="list-style-type: none"> – Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure unique.
Valeur de référence	<ul style="list-style-type: none"> – Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

■ Organisation et sommaire

Le programme de physique-chimie de la série technologique ST2S est conçu pour les deux années du cycle terminal. Trois thèmes communs aux deux années sont étudiés pendant chaque année du cycle : Prévenir et sécuriser, Analyser et diagnostiquer, Faire des choix autonomes et responsables. Cette organisation favorise, en classe terminale, un retour sur les acquis de la classe de première. Chaque thème est décliné en parties abordées sous la forme de questionnements.

Chaque partie du programme est présentée sous la forme d'un tableau explicitant les notions et les contenus, lesquels sont éclairés par la définition des connaissances et des capacités exigibles. Celles-ci intègrent notamment le domaine expérimental, signalé dans la présentation par l'usage des italiques. Les notions et contenus, notamment lorsqu'ils relèvent des sciences du vivant, doivent être abordés sous l'angle des principes physico-chimiques, pour favoriser la transversalité et la complémentarité entre l'enseignement de physique-chimie et ceux de biologie et physiopathologie humaines.

Chacune des parties explicite les contours des aspects scientifiques et leurs prolongements possibles, les liens scientifiques interdisciplinaires et les liens avec le programme de seconde.

Contenus disciplinaires

■ Thème 1 : Prévenir et sécuriser

Le développement des activités humaines entraîne une évolution des usages dans la vie quotidienne. Le citoyen est amené à utiliser des produits phytosanitaires, des médicaments et des cosmétiques. Il consomme également des aliments, qu'ils soient frais, conservés ou transformés. Il est enfin de plus en plus sensibilisé à la nécessité d'adopter une attitude responsable vis-à-vis d'autrui et de l'environnement. La prévention des risques liés aux activités quotidiennes s'appuie sur des connaissances physico-chimiques précises ; elle détermine à la fois le cadre d'information réglementaire et la formation du citoyen.

La sécurité chimique et électrique dans l'habitat

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales supports de la formation</i>
Comment peut-on utiliser les produits ménagers acides ou basiques en toute sécurité ?	
Quantité de matière, relation entre masse et quantité de matière. Soluté et solvant Concentration massique C_m et concentration molaire C d'un soluté en solution pH d'une solution aqueuse $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ Mesure du pH d'une solution aqueuse Acide, base, couple acide/base, réaction acido-basique Échelles d'acidité et de basicité, solution aqueuse acide, basique, neutre	Calculer une masse molaire M . Connaître et utiliser la relation $n = m/M$. Définir un soluté, un solvant et une solution. Connaître et utiliser les relations $n = C \times V$ et $m = C_m \times V$. <i>Proposer et/ou mettre en œuvre un protocole de dissolution et de dilution pour préparer une solution de concentration molaire ou de concentration massique donnée en soluté moléculaire ou ionique.</i> Connaître et utiliser la relation $[H_3O^+] = 10^{-pH}$. Définir le caractère neutre, acide ou basique d'une solution aqueuse en termes de pH . <i>Proposer et/ou mettre en œuvre un protocole expérimental pour mesurer le pH d'une solution aqueuse.</i> Définir un acide et une base selon Brønsted. Écrire l'équation d'une réaction acidobasique à partir des couples acide/base. Connaître le nom usuel et les formules des acides et des bases les plus courants : acide chlorhydrique, acide éthanoïque, acide sulfurique, soude, ammoniac. Écrire l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau.

<p>Autoprotolyse de l'eau, produit ionique de l'eau, concentrations molaires $[H_3O^+]$ et $[HO^-]$</p> <p>Pictogrammes de sécurité Règles de sécurité chimique relatives aux acides et bases</p>	<p>Utiliser sans calcul l'expression du produit ionique de l'eau pour relier qualitativement les concentrations $[H_3O^+]$ et $[HO^-]$.</p> <p><i>Proposer et/ou mettre en œuvre un protocole de classement de produits ménagers selon leur acidité.</i></p> <p>Connaître la signification des pictogrammes de sécurité.</p> <p>Appliquer les règles de sécurité liées à l'usage des solutions acides et basiques concentrées, et à leur mélange.</p> <p>Connaître les gestes de secours en cas de projection d'acide ou de base.</p> <p><i>Dans le cadre de la gestion des déchets, mettre en œuvre un protocole de neutralisation d'une solution acide par une solution basique ou inversement.</i></p>
<p>Comment peut-on utiliser les produits désinfectants et antiseptiques en toute sécurité ?</p>	
<p>Oxydant, réducteur, couple oxydant/réducteur, demi-équation d'oxydoréduction, réaction d'oxydoréduction</p> <p>Propriétés oxydantes de quelques produits ménagers et pharmaceutiques, action qualitative antiseptique d'un oxydant sur un micro-organisme</p> <p>Dilution d'une solution aqueuse</p> <p>Règles de sécurité relatives à l'usage de produits oxydants.</p>	<p>Définir un oxydant et un réducteur.</p> <p>Identifier un oxydant et un réducteur dans une demi-équation d'oxydoréduction.</p> <p>Écrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction à partir des demi-équations d'oxydo-réduction.</p> <p>S'approprier et analyser des informations sur les propriétés oxydantes d'un produit désinfectant ou d'un antiseptique (eau de Javel, teinture d'iode, alcool médical, eau oxygénée ...)</p> <p><i>Proposer et/ou mettre en œuvre un protocole de dilution d'un produit désinfectant ou antiseptique.</i></p> <p>Expliquer le risque lié au mélange d'une eau de Javel et d'un produit détartrant en commentant la réaction correspondante.</p> <p>Expliquer qualitativement l'origine du vieillissement d'une eau oxygénée.</p>
<p>Comment les risques électriques dans l'habitat sont-ils limités ?</p>	
<p>Tension alternative sinusoïdale. Période, fréquence, valeurs maximale et minimale, valeur efficace.</p> <p>Intensité du courant électrique. Risques électriques. Détérioration des appareils.</p>	<p>Connaître les caractéristiques de la tension du secteur. Exploiter un oscillogramme.</p> <p>Définir le courant électrique et son intensité.</p> <p>Relier l'intensité du courant électrique à la détérioration d'appareils électriques. Décrire le principe d'un disjoncteur.</p>

Électrisation et électrocution. Prise de courant : phase, neutre, mise à la Terre.	Savoir que le corps humain conduit l'électricité. Maîtriser les règles à respecter afin d'éviter les risques d'électrisation. Décrire l'importance de la mise à la Terre lors du branchement d'appareils électriques. <i>Mettre en œuvre un protocole permettant de montrer l'intérêt d'un disjoncteur.</i>
Comment les infrarouges sont-ils utilisés dans certains systèmes de détection ?	
Domaine des ondes électromagnétiques. Température d'un corps et rayonnement émis. Loi de Wien. Émission d'infrarouges par le corps humain.	Connaître les limites de longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets. Savoir que le corps humain émet des rayonnements infrarouges, invisibles à l'œil nu et sans danger pour l'homme. Exploiter la représentation graphique de la loi de Wien afin de montrer que le corps humain est émetteur de rayonnements infrarouges. Recueillir et exploiter des informations sur l'utilisation des rayonnements infrarouges dans certains détecteurs.

La sécurité routière

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales supports de la formation</i>
Comment la vitesse d'un véhicule influe-t-elle sur sa distance d'arrêt ?	
Vitesse d'un corps, énergie cinétique de translation Distance de freinage, distance d'arrêt	Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique. Connaître la définition des distances de freinage et d'arrêt d'un véhicule. S'approprier et analyser des informations relatives aux distances de freinage. Connaître quelques facteurs influençant la distance d'arrêt. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental ou utiliser un logiciel de simulation pour illustrer l'influence de quelques facteurs (vitesse, masse, état de la route ...) sur la distance d'arrêt.</i>

Commentaires

Périmètre : ouvertures et limites

Le contexte des applications permettant d'étudier la sécurité chimique dans l'habitat peut être étendu à d'autres produits d'usage ménager ou médical, acido-basiques ou oxydo-réducteurs. La relation $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ et l'expression du produit ionique de l'eau ne donnent pas lieu à des développements calculatoires mais servent d'appui pour expliquer les échelles d'acidité et de basicité en termes de concentration et de pH. L'écriture des demi-équations d'oxydoréduction n'est pas au programme, mais l'identification d'un oxydant et d'un réducteur dans une demi-équation est exigible. L'écriture de l'équation de la réaction d'oxydo-réduction à partir de la donnée des demi-équations est exigible. Pour ce qui concerne la sécurité électrique dans l'habitat, les notions de tension et d'intensité électriques ne donnent pas lieu à des développements calculatoires. L'utilisation d'un oscilloscope n'est pas exigible.

La partie portant sur la sécurité routière est traitée en lien avec le code de la route et suppose la connaissance des règles de bonne conduite (limitation de vitesse, équipements obligatoires, influence de l'état de la route et du véhicule sur la distance de freinage). La notion de travail d'une force et le théorème de l'énergie cinétique ne sont pas au programme. L'expression permettant de calculer la distance de freinage dans un cas simple est fournie.

Liens interdisciplinaires avec la biologie et la physiopathologie humaine

Les notions en lien avec le programme de biologie et de physiopathologie humaine se prêtent à une vision complémentaire sans redondance. Ainsi, l'action chimique oxydante des espèces présentes dans les solutions désinfectantes ou antiseptiques s'applique à des micro-organismes étudiés en biologie.

Liens avec le programme de la classe de Seconde

Le thème 1 reprend des éléments du programme de physique-chimie de seconde : solution, quantité de matière, lien entre quantité de matière et masse, écriture de l'équation d'une réaction chimique, intensité du courant électrique, longueur d'onde dans le vide et dans l'air, vitesse d'un système en mouvement.

Certaines techniques expérimentales fondamentales ont déjà été abordées en classe de seconde ; en classe de première, il s'agit de consolider les acquis : confection d'une solution, réalisation d'une dilution, mesure d'une tension.

■ Thème 2 : Analyser et diagnostiquer

Pour établir un diagnostic, le médecin ausculte son patient et le soumet le cas échéant à des examens complémentaires qui s'appuient sur des notions et des phénomènes propres à la chimie et à la physique. Ces examens déterminent les décisions médicales : un traitement médicamenteux, d'un appareillage ou d'une intervention chirurgicale.

Les ondes sonores dans le processus de l'audition

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales supports de la formation</i>
Quelles sont les caractéristiques d'un son ?	
Fréquence et hauteur d'un son Sons audibles Niveau d'intensité sonore (dB)	Connaître le domaine des fréquences audibles pour l'oreille humaine. Situer les ultrasons et les infrasons. Distinguer les sons graves, médiums et aigus. <i>Réaliser et exploiter un enregistrement sonore pour déterminer les caractéristiques d'un son.</i>
Comment une perte auditive est-elle identifiée et compensée ?	
Perception d'un son par l'oreille humaine Risques auditifs Compensation d'une déficience auditive ; amplification d'un son	Expliquer sommairement le principe de l'émission, de la propagation et de la perception d'un son. <i>Mesurer des niveaux d'intensité sonore.</i> Analyser un audiogramme en termes de perte auditive. Expliquer le principe de compensation d'une déficience auditive.

La propagation de la lumière dans le processus de la vision

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales supports de la formation</i>
Quel est le mécanisme de la vision chez l'être humain ?	
Propagation de la lumière Description sommaire du mécanisme de la vision	Savoir que la lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène et transparent. Connaître les composants optiques principaux de l'œil et leur rôle respectif : cornée, iris, pupille, cristallin, rétine et nerf optique. Représenter le modèle optique de l'œil.

Comment se forme une image à l'aide d'une lentille ?	
<p>Lentilles minces sphériques convergentes et divergentes ; symboles</p> <p>Centre optique O, foyers objet F et image F' d'une lentille. Distance focale f' et vergence V</p> <p>Formation d'une image par une lentille convergente, caractère réel ou virtuel de l'image, grandissement</p> <p>Principe de la loupe</p>	<p>Tracer la marche des rayons lumineux passant par les points O, F et F' d'une lentille convergente ou divergente.</p> <p>Construire géométriquement l'image d'un objet réel par une lentille convergente.</p> <p>Caractériser une image par sa propriété d'être réelle ou virtuelle. Évaluer son grandissement par construction géométrique.</p> <p><i>Mettre en œuvre des expériences de formation d'images par une lentille convergente dans des situations simples.</i></p>
Comment les défauts de la vision sont-ils corrigés ?	
<p>Accommodation</p> <p>Défauts de la vision : myopie, hypermétropie et presbytie</p> <p>Compensation d'une hypermétropie et d'une myopie par des verres correcteurs</p> <p>Vergence d'un système de deux lentilles minces accolées</p>	<p>Expliquer le principe de l'accommodation et l'origine de la presbytie. <i>Mettre en œuvre une expérience illustrant le principe de l'accommodation.</i></p> <p>Donner la définition d'un œil myope et celle d'un œil hypermétrope.</p> <p>Justifier qualitativement le choix d'un verre correcteur.</p> <p><i>Mettre en œuvre des expériences illustrant qualitativement le principe de la correction d'un défaut de l'œil.</i></p> <p>Connaître et utiliser l'expression de la vergence d'un système de deux lentilles minces accolées.</p>

Les propriétés des fluides dans l'analyse de la pression sanguine

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles Activités expérimentales supports de la formation
Comment définir le débit d'un écoulement ?	
<p>Débit, relation entre débit, vitesse d'écoulement et section</p> <p>Relation entre débit cardiaque D_C, fréquence cardiaque f_C et volume d'éjection systolique V_{ES}.</p>	<p>Connaître et appliquer la relation $D = v \times S$.</p> <p>Connaître et appliquer la relation $D_C = f_C \times V_{ES}$.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole de mesure d'un débit moyen.</i></p>

	<i>Mettre en œuvre un protocole de mesure d'une vitesse moyenne d'écoulement.</i>
Comment définir la pression dans un liquide ?	
Force pressante et pression ; unités internationales	Connaître et appliquer la relation $p = F/S$
Comment varie la pression dans un liquide ?	
Variation de la pression avec la profondeur, loi fondamentale de la statique des fluides	Utiliser la relation $P_2 - P_1 = \rho g (z_1 - z_2)$. <i>Mettre en œuvre un protocole de vérification de la loi fondamentale de la statique des fluides.</i>
Comment la tension artérielle est-elle définie et mesurée ?	
Tension artérielle systolique et diastolique Principe de la mesure d'une tension. Centimètre de mercure.	Distinguer pression artérielle et tension artérielle. S'approprier et analyser des documents relatifs à des mesures de tension artérielle.

L'analyse chimique pour le contrôle de la composition des milieux biologiques

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales supports de la formation</i>
Comment décrire les molécules organiques ?	
Formule brute, développée, semi-développée et topologique	Passer d'un type de représentation à un autre.
Liaisons covalentes	Connaître le nombre de liaisons covalentes pour les atomes H, C, O et N.
Squelette carboné	<i>Construire et exploiter des modèles moléculaires. Utiliser un logiciel de visualisation de modèles moléculaires.</i>
Fonctions	Connaître et identifier les fonctions alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, étheroxyde, amine, amide sur des exemples simples.
Isomérisie de constitution	Identifier des isomères à partir de distinctions portant sur la chaîne carbonée, les fonctions ou la disposition spatiale.
Nomenclature	Nommer des alcanes, des alcools, des acides carboxyliques et des dérivés carbonyles courants à six atomes de carbone au plus.

Quelle est la structure des molécules d'intérêt biologique ?	
Glucides	<p>Identifier quelques fonctions présentes dans les glucides, les lipides, les protéines.</p> <p>Savoir que les molécules de glucose, de fructose et de lactose existent sous forme linéaire ou cyclique.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole permettant de différencier les fonctions aldéhyde et cétone dans les glucides.</i></p>
Lipides à partir des exemples des acides gras saturés ou insaturés, des triglycérides, des stérols	<p>Définir un acide gras, un triglycéride.</p> <p>Commenter la structure saturée ou insaturée de quelques acides gras : acide α-linoléique, acide palmitique, acide oléique, acide stéarique.</p>
Acides alpha aminés, protéines	Définir un acide alpha aminé.
Polypeptides, liaison peptidique	Identifier une liaison peptidique. Identifier les acides aminés constitutifs d'un polypeptide.
Urée	Savoir que l'urée est le produit de dégradation des protéines.
Vitamines	<p><i>Mettre en évidence les propriétés chimiques de la vitamine C en lien avec ses fonctions chimiques.</i></p>
Comment la structure moléculaire de l'eau explique-t-elle ses propriétés physiques et son interaction avec les molécules d'intérêt biologique ?	
Eau, molécule polaire	Définir une liaison polaire. Donner la représentation de la molécule d'eau prenant en compte la comparaison de l'électronégativité des atomes d'hydrogène et d'oxygène.
États physiques de l'eau	<p>Connaître les températures de changement d'état de l'eau à pression atmosphérique.</p> <p><i>Mettre en évidence simplement les paliers de fusion et de vaporisation à pression atmosphérique, et l'effet thermique des transformations physiques.</i></p>
Liaison hydrogène	Représenter une liaison hydrogène. Interpréter qualitativement la différence des volumes occupés par la glace et par l'eau liquide.
Solubilité de substances moléculaires dans l'eau	<p>Justifier qualitativement la solubilité des glucides dans l'eau.</p> <p>Interpréter qualitativement la formation de micelles.</p>
Hydrophobie et hydrophilie	<i>Proposer et/ou mettre en œuvre un protocole illustrant les</i>

Miscibilité	<i>solubilités de différentes substances moléculaires.</i>
Phase aqueuse et phase organique	<i>Situer les phases aqueuse et organique à partir de la donnée des densités. Proposer et/ou mettre en œuvre un protocole de séparation de phases et un protocole d'extraction.</i>

Commentaires

Périmètre : ouvertures et limites

L'analyse de l'audition se prête à des illustrations dans les domaines variés du diagnostic auditif, des prothèses auditives, des risques auditifs et de la protection contre les nuisances sonores. La notion de puissance surfacique et la relation entre niveau sonore (dB) et intensité sonore ($W.m^{-2}$) ne sont pas au programme. Aucune connaissance en électronique n'est attendue en ce qui concerne la notion d'amplification. Il s'agit seulement d'en appréhender le principe.

Le contexte de l'analyse de la vision peut inclure des applications larges telles que le recours à des lunettes correctrices ou à une intervention chirurgicale pour corriger la myopie ou d'autres défauts de l'œil. L'étude des lentilles de correction n'est pas abordée de manière exhaustive et ne donne pas lieu à la modélisation par les relations de conjugaison. Il s'agit d'appréhender, d'une part, la formation d'une image dans l'œil normal, et d'autre part, la compensation d'un défaut de l'œil. Dans cet esprit, les raisonnements doivent être argumentés à l'aide des constructions géométriques des trajets des rayons lumineux. La construction géométrique d'une image est limitée au cas d'une lentille convergente. Dans le cas de la correction d'un défaut de l'œil à l'aide d'un verre correcteur, le système optique est assimilé à un système de deux lentilles minces accolées. L'étude de la loupe ne donne pas lieu à des calculs développés.

Le contexte d'analyse de la pression sanguine permet de s'appuyer sur des applications multiples, telles que l'électrocardiogramme, l'épreuve d'effort, l'échographie Doppler veineuse, les accidents dus à une thrombose et à diverses maladies cardiovasculaires comme l'hypertension artérielle, ou encore des dispositifs tels que le pacemaker, ... Dans cet esprit, la loi fondamentale de la statique des fluides est connue mais ne donne pas lieu à des développements théoriques. Les développements calculatoires à propos de l'effet Doppler doivent rester modestes.

L'analyse chimique pour le contrôle de la composition des milieux biologiques réutilise, dans ses applications, les modèles d'analyse des molécules et substances rencontrées dans les autres disciplines. La connaissance des fonctions et des structures chimiques s'appuie d'abord sur des exemples simples de petites molécules puis, de façon plus ample, sur des exemples tirés du domaine biologique : glucides, lipides, protéines, vitamines, enzymes, etc. Il ne s'agit pas de présenter un catalogue de molécules complexes et encore moins d'en exiger une mémorisation mais de dresser un certain nombre de repères pour lire les structures et comprendre leur lien avec la réactivité biochimique. L'étude de l'isomérisation doit être conduite sans développement pointu : derrière une formule brute moléculaire identique, à l'origine des différences de propriétés, elle doit mettre en évidence des différences de structures fonctionnelles et spatiales.

Le contexte d'étude peut relever de l'application au bilan sanguin, avec la détection des troubles tels que l'hypercholestérolémie, l'hypertriglycéridémie, le diabète, l'hypoglycémie, l'athérosclérose, etc. Les aspects liés à la nomenclature sont restreints, la classe des alcools n'est pas étudiée. L'écriture des équations des réactions d'estérification, d'hydrolyse des esters et d'oxydation des alcools n'est pas exigée.

L'étude de la structure de l'eau reste modeste. Les états physiques de l'eau et des transformations associées sont décrits, mais sans développement quantitatif. Le diagramme de phase est hors programme. L'objectif est de donner une culture scientifique débouchant sur des usages concrets en toute sécurité. On privilégie le domaine du vivant ou de l'environnement pour illustrer le phénomène de solubilité des espèces moléculaires. Les applications peuvent concerner la dépollution ou l'extraction agroalimentaire ; là encore, on ne visera pas l'exhaustivité.

Liens interdisciplinaires avec la biologie et la physiopathologie humaine

Les illustrations de la partie portant sur le contrôle de la composition des milieux biologiques privilégient les molécules et substances d'intérêt biologique rencontrées dans les autres disciplines.

Liens avec le programme de la classe de seconde

Le thème 2 fait appel à des notions de physique étudiées en seconde : ondes sonores, propagation de la lumière, formation d'une image par une lentille mince, modèle optique de l'œil. Ces notions sont étudiées dans le cadre de leurs applications à l'audition et à la vision humaines.

■ Thème 3 : Faire des choix autonomes et responsables

Le meilleur accès à l'information détermine en grande partie pour le citoyen sa capacité à adopter une posture critique et responsable. Les domaines de la santé et de l'environnement connaissent des avancées soutenues par les progrès de la chimie, de la physique, de la biologie et de la physiopathologie humaine. Si les politiques publiques dans les domaines sanitaire et environnemental tracent un cadre réglementaire, le citoyen n'est pas dispensé de faire des choix autonomes et avisés, notamment en tant que consommateur.

L'analyse des besoins énergétiques pour une alimentation réfléchie

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales supports de la formation</i>
Quels sont les besoins énergétiques de l'être humain ?	
Dépense énergétique journalière	Définir la dépense énergétique journalière. Utiliser la relation de Harris et Bénédicte permettant d'estimer la dépense énergétique journalière.
Transferts thermiques par rayonnement, convection et conduction ; application au corps humain	Connaître les unités d'énergie (calories, joules et kilojoules) et leurs correspondances. <i>Mettre en évidence expérimentalement les transferts thermiques par convection et conduction.</i> Identifier les différentes formes de pertes de chaleur de l'organisme (par rayonnement, par convection, par conduction, par évaporation).
Conversion d'énergie, application à l'activité musculaire	<i>Mettre en évidence expérimentalement une conversion d'énergie.</i> Établir le bilan énergétique pour un muscle en action (conversion de l'énergie chimique en chaleur et énergie mécanique). <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence l'effet thermique d'une transformation physique ou chimique.</i>
Transformations endothermique et exothermique	Définir l'endothermicité et l'exothermicité d'une transformation physique ou chimique. S'approprier et analyser des documents relatifs à l'endothermicité ou l'exothermicité d'une transformation physique ou chimique dans l'organisme.

Comment les besoins énergétiques de l'être humain sont-ils satisfaits ?	
Aliments, combustibles du corps humain.	<i>Mettre en œuvre un protocole pour identifier la présence de glucides, de protéines, de lipides et de certains minéraux dans les aliments.</i>
Valeur énergétique des aliments.	Extraire les données relatives à l'énergie apportée par chaque groupe alimentaire. Définir la calorie. Calculer la valeur calorique d'un aliment. Calculer l'énergie délivrée par une ration alimentaire. <i>Mettre en œuvre un protocole pour déterminer l'énergie libérée par la combustion d'un aliment.</i>
Comment les transformations biochimiques des aliments produisent-elles de l'énergie ?	
Aspect énergétique des transformations biochimiques	Exploiter la valeur énergétique délivrée par la transformation des glucides, des lipides, des protéides. Faire le lien avec la propriété des glucides de constituer les principales sources d'énergie.
Transformations du glucose dans l'organisme	Écrire les équations chimiques des transformations du glucose en filière aérobie et anaérobie.
Réaction de combustion	Définir une réaction de combustion, écrire et exploiter son équation. Traiter les cas du glucose et de l'acide pyruvique.
Réaction d'hydrolyse	Définir une réaction d'hydrolyse, exploiter son équation. Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse du lactose. Mettre en lien la transformation des nutriments et la demande en dioxygène chez le sportif.

Le rôle des biomolécules dans l'organisme pour une prévention sanitaire efficace

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales supports de la formation</i>
Comment les glucides sont-ils stockés et transformés dans l'organisme ?	
Classification des glucides : glucides simples et complexes. Isomérisation des glucides	Définir un glucide simple et un glucide complexe. Identifier les fonctions chimiques présentes dans un glucide. Reconnaître des isomères.
Transformation chimique des glucides complexes : hydrolyse acide, hydrolyse enzymatique	Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse d'un glucide complexe. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental d'hydrolyse d'un glucide complexe.</i>

Condensation du glucose en glycogène	<p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour réaliser sans formalisme une étude cinétique de l'hydrolyse de l'amidon.</i></p> <p>Définir un polymère. Reconnaître un polymère du glucose.</p> <p>S'approprier et analyser des documents relatifs au stockage des glucides par l'organisme, à leur teneur et au contrôle de la glycémie.</p>
--------------------------------------	---

La gestion responsable des ressources naturelles pour l'alimentation humaine

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles <i>Activités expérimentales supports de la formation</i>
Quels facteurs déterminent l'usage des ressources naturelles indispensables ?	
Critères chimiques de potabilité d'une eau	Commenter la composition ionique de différentes eaux potables (eau du robinet, eaux minérales, eaux de source). Interpréter des résultats quantitatifs sur la composition d'une eau par comparaison aux données de référence. Relier la consommation d'eau par l'être humain à ses besoins quotidiens en oligo-éléments.
Origines de la pollution de l'eau	Connaître les principales causes de pollution des eaux terrestres et souterraines. S'approprier et analyser des documents mettant en évidence l'impact de pratiques visant à économiser et à préserver l'eau en quantité et en qualité.
Sols, milieux d'échanges de matière ; engrais N, P, K	<p>Décrire le rôle du complexe argilo-humique. Connaître le rôle des ions nitrate, phosphate et potassium apportés par les engrais.</p> <p>Décrire les fonctions des insecticides, fongicides et herbicides.</p> <p>S'approprier et analyser des documents décrivant un bon usage des pesticides pour un impact sanitaire et environnemental soutenable.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour doser à l'aide d'une échelle de teinte une espèce présente dans une eau ou un produit phytosanitaire.</i></p> <p>S'approprier des documents et analyser à l'appui de données énergétiques la compétition entre le rôle de nutriment et le rôle de biocarburant d'une céréale.</p>

Commentaires

Périmètre : ouvertures et limites

Les aspects énergétiques ou cinétiques sont abordés simplement sans recours au concept de grandeur thermodynamique ni à la définition de la vitesse de réaction.

Les transformations chimiques subies par les glucides sont étudiées dans le contexte d'une consommation responsable des sucres. L'équation de l'hydrolyse d'un glucide complexe est exigible mais les formules des glucides doivent être données. Lors de l'étude de la formation du glycogène à partir du glucose, l'écriture de la réaction de polycondensation n'est pas au programme mais sa reconnaissance et son exploitation sont exigibles. Les bilans de matière sont exigibles dans le cadre des réactions étudiées de combustion et d'hydrolyse.

Le contexte d'étude des ressources naturelles indispensables à l'alimentation humaine à travers l'usage de l'eau et le recours à des additifs en agriculture n'a pas pour ambition de conduire à des développements scientifiques exhaustifs. L'objectif pédagogique est d'abord de sensibiliser les élèves au rôle des espèces ioniques dans l'environnement et le vivant. Il s'agit également de susciter une réflexion civique, fondée sur l'analyse scientifique de pratiques pertinentes. Ainsi les économies d'eau en agriculture peuvent-elles reposer sur la modération de l'évaporation de l'eau et sur sa condensation. L'usage des pesticides doit être abordé de manière critique et objective en s'appuyant sur les études scientifiques disponibles. À cet égard l'enseignement de physique-chimie, qui requiert rigueur et objectivité du raisonnement, contribue à la détermination de choix de développement et de consommation fondés sur une information scientifique solide et exempte d'effet de mode ou d'immédiateté.

Liens interdisciplinaires avec la biologie et la physiopathologie humaine

L'analyse des besoins énergétiques et le rôle des biomolécules pour une alimentation réfléchie et une prévention sanitaire sont directement reliés à l'enseignement de physiopathologie humaine.

Liens avec le programme de la classe de seconde

Le thème 3 fait appel à quelques notions de chimie étudiées en seconde : transformations physiques et chimiques, aspects thermiques liées à ces transformations, détermination de la valeur d'une concentration grâce à une gamme d'étalonnage (notamment une échelle de teinte). Les élèves de la série ST2S mobilisent ces notions dans un nouveau contexte d'application.



Physique-chimie et mathématiques

Classe de première, voie technologique, série
STI2D, enseignements de spécialité



Sommaire

Introduction	3
Programme de de physique-chimie : préambule.....	4
■ Mesure et incertitudes	7
■ Énergie	8
■ Matière et matériaux	15
■ Ondes et information.....	19
Programme de mathématiques.....	22
■ Intentions majeures	22
■ Géométrie dans le plan	22
■ Nombres complexes.....	24
■ Analyse.....	24

Introduction

L'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques vise à donner aux élèves une formation scientifique solide les préparant à la poursuite d'études. Si chacune des disciplines qui le composent a ses enjeux propres, les programmes qui suivent ont été conçus pour donner une cohérence et une unité à l'ensemble. Les modes de pensée spécifiques à chaque champ disciplinaire s'acquièrent au travers d'un ensemble limité de savoirs, savoir-faire et méthodes qui trouvent leur efficacité lors de l'étude de problèmes communs, sur lesquels les différentes disciplines apportent des éclairages complémentaires.

Les professeurs de physique-chimie et de mathématiques s'attachent à travailler conjointement les notions qui se prêtent à un croisement fructueux. Il est essentiel d'organiser des passerelles pédagogiques entre les deux disciplines afin que les élèves puissent enrichir la compréhension de concepts communs et l'assimilation de méthodes partagées.

C'est notamment le cas du calcul infinitésimal (dérivée et primitive), où il est essentiel de préciser les démarches à l'œuvre dans les calculs menés avec des variations Δx ou Δt très petites mais finies et leurs liens avec les résultats acquis par passage à la limite. Il importe notamment d'adopter des notations parlantes et concertées. Cela nécessite un travail pédagogique commun des deux professeurs. De même, le travail statistique sur les incertitudes de mesure ou encore la modélisation du travail d'une force par le produit scalaire appellent une réelle collaboration des deux professeurs.

Les contenus et méthodes abordés dans l'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques sont suffisamment riches pour permettre aux élèves de conduire des projets variés en vue de l'épreuve orale terminale du baccalauréat.

Programme de physique-chimie : préambule

Objectifs de formation

La série « Sciences et technologies pour l'industrie et le développement durable » (STI2D) est une série à dominante scientifique et technologique. Les élèves l'ayant choisie doivent être initiés, dans ces domaines, aux concepts, démarches méthodologiques et savoir-faire expérimentaux qui leur permettront de progresser et de réussir quel que soit leur choix d'orientation dans l'enseignement supérieur : BTS ou DUT de l'industrie et du développement durable, licences scientifiques et technologiques, formations d'ingénieurs et CPGE de la filière TSI, etc. Ce programme d'enseignement de physique-chimie poursuit cet objectif, dans la continuité des apprentissages du collège et de la classe de seconde. Il s'agit de renforcer la culture scientifique des futurs bacheliers de la série STI2D, de les faire accéder à une compréhension plus globale des concepts et notions de physique-chimie étudiés, d'améliorer leurs capacités d'investigation, d'analyse et de raisonnement, de les faire progresser dans la maîtrise de la démarche expérimentale scientifique et des compétences qui lui sont associées.

Pour étayer cet objectif, il s'avère indispensable de conforter les outils mathématiques nécessaires pour la conceptualisation, la modélisation et le calcul des grandeurs associées aux notions de physique et de chimie du programme, sans oublier que leur utilisation prépare à la poursuite d'études supérieures. Le professeur veille à la meilleure articulation possible du programme de physique-chimie avec les programmes de mathématiques, notamment celui des enseignements communs et de cette spécialité.

L'ambition de conduire les élèves à une compréhension de l'utilité et de la portée universelle des notions et de la méthodologie de la physique-chimie ne doit pas faire perdre de vue leurs applications constantes et généralisées dans le domaine technologique. Les réalisations technologiques fournissent naturellement les exemples de contextualisation et d'application de l'enseignement de physique-chimie. La connaissance scientifique nourrit ces réalisations ; certaines d'entre elles, à leur tour, améliorent les capacités d'investigation et de compréhension du réel. La mise en évidence de cette articulation, à travers la permanence d'un contexte technologique illustrant les notions de physique et de chimie étudiées, donne d'abord du sens à cet enseignement pour les élèves ; au-delà, elle permet de leur fournir des clés pour s'approprier les grands défis scientifiques et technologiques du XXI^e siècle, en particulier ceux de l'énergie, du réchauffement climatique et du traitement de l'eau.

Contenus et progression

Partant de ces objectifs généraux, quatre domaines d'études ont été privilégiés : la mesure et les incertitudes, l'énergie, la matière et les matériaux, les ondes et l'information.

- Le premier domaine permet de poursuivre la sensibilisation des élèves, commencée en seconde, au rôle de la mesure pour approcher et quantifier les phénomènes physiques et chimiques, suivre leur évolution dans le temps, observer leurs discontinuités, élaborer des modèles et délimiter leurs

domaines de validité, ainsi qu'à l'importance de présenter chaque résultat final d'une mesure avec la mention de l'incertitude-type et de l'unité associées. Les notions sont introduites en s'appuyant sur les thématiques abordées dans les trois autres domaines et dans une logique de progressivité, à l'occasion de travaux pratiques, mais aussi de façon récurrente lors d'exercices et de résolutions de problèmes tout au long du cycle terminal.

Les trois autres domaines sont conçus selon l'approche systémique que doit conduire le technologue lors de l'étude des objets ou installations et répondent aux questions suivantes : quels sont les échanges d'énergie ou de matière entre le système étudié et le milieu extérieur ? Quels sont les supports pour les échanges d'information entre le système étudié et le milieu extérieur ?

- Le deuxième domaine, l'énergie, constitue le pôle central du programme de physique-chimie du cycle terminal de STI2D. En classe de première, les élèves sont sensibilisés aux enjeux de l'énergie, à ses différentes formes, à ses conversions, à son transport et sa distribution, à son stockage, afin d'être familiarisés à la diversité et à la complexité des problèmes liés à l'énergie. Ils sont amenés à identifier les conditions nécessaires pour qualifier une ressource d'énergie de « renouvelable ». Tout au long du cycle terminal, les grandes formes d'énergie (électrique, interne, chimique, mécanique, électromagnétique) sont étudiées, ainsi que les principales notions qui leur sont associées. L'étude de l'énergie mécanique aborde explicitement la notion d'actions mécaniques. Les notions fondamentales sont introduites en classe de première ; puis on procède à leur approfondissement et à des applications plus complexes en classe terminale.
- Dans le troisième domaine, la matière et les matériaux sont envisagés d'abord du point de vue de la présentation des propriétés des matériaux (électriques, thermiques, mécaniques, optiques, chimiques) qui permet d'éclairer les choix technologiques. L'organisation de la matière en lien avec les propriétés physiques des matériaux (atomes, liaisons entre atomes, molécules, macromolécules, ions et solutions aqueuses) complète cette approche. Les transformations chimiques importantes dans le domaine industriel (combustion, oxydo-réduction et corrosion) sont ensuite étudiées. Les notions fondamentales sont mobilisées et approfondies dès la classe de première, pour être développées en classe terminale avec des applications importantes : transformations chimiques, physiques et nucléaires, effets énergétiques associés, corrosion, piles et accumulateurs, traitement de l'eau, contraintes industrielles, acidification des océans, etc.
- Les ondes sonores et électromagnétiques sont étudiées comme exemples de vecteurs d'information. En classe de première sont introduites les caractéristiques d'une onde, les phénomènes de propagation, d'absorption, de réflexion. Puis sont approfondies les caractéristiques, propriétés particulières et notions associées aux ondes sonores et aux ondes électromagnétiques.

Tout au long du cycle terminal, en particulier en conclusion des grands domaines du cours (énergie, matière et matériaux, ondes et information), un mini-projet d'application illustrant la thématique est proposé aux élèves. Le programme propose une série d'exemples de thèmes possibles pour ces mini-projets, sans exhaustivité, en laissant aux professeurs et à leurs élèves l'initiative et le choix des contenus dans les thématiques industrielles ou sociétales du développement durable.

Place des compétences expérimentales

Les compétences expérimentales des élèves sont systématiquement construites à travers les grands domaines d'études, au cours de séances régulières de pratique expérimentale, mais également dans le cadre d'exercices et de résolutions de problèmes. Il s'agit d'abord de se familiariser avec les appareils de mesure et leur utilisation, de développer le savoir-faire expérimental et la capacité à suivre un protocole.

Sur cette base, les élèves sont amenés également à conceptualiser la démarche expérimentale, à choisir et décrire la façon d'obtenir une mesure en lui associant une incertitude, à choisir et positionner un instrument d'acquisition ou de mesure, à élaborer et proposer un protocole expérimental simple, à proposer un ou des modèles possibles des phénomènes étudiés dans des conditions de mesure et d'observation spécifiées et en précisant les limites de ces modèles.

Les compétences expérimentales sont valorisées au même titre que les capacités théoriques : outre qu'elle valide des modèles donnés, la démarche expérimentale permet aux élèves de concevoir de nouveaux modèles simples et d'évaluer leurs limites de validité.

Compétences de la démarche scientifique

Il est rappelé ci-dessous les compétences retenues dès le programme de seconde pour caractériser la démarche scientifique. Dans le souci de veiller à la continuité de l'enseignement de physique-chimie au lycée, elles continuent de structurer la formation et l'évaluation des élèves tout au long du cycle terminal. L'ordre de leur présentation ne préjuge en rien de celui dans lequel les compétences doivent être mobilisées par l'élève dans le cadre d'activités. Quelques exemples de capacités associées précisent les contours de chaque compétence ; ces exemples ne prétendent à aucune exhaustivité.

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
S'approprier	<ul style="list-style-type: none">— Énoncer une problématique— Rechercher, sélectionner et organiser l'information en lien avec la problématique— Représenter la situation par un schéma
Analyser/ Raisonnement	<ul style="list-style-type: none">— Formuler des hypothèses— Proposer une stratégie de résolution— Planifier des tâches— Évaluer des ordres de grandeur— Choisir un modèle ou des lois pertinentes— Choisir, élaborer, justifier un protocole— Faire des prévisions à l'aide d'un modèle— Procéder à des analogies
Réaliser	<ul style="list-style-type: none">— Mettre en œuvre les étapes d'une démarche— Utiliser un modèle— Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.)

	<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité – Proposer un protocole expérimental
Valider	<ul style="list-style-type: none"> – Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance – Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer une valeur mesurée à une valeur de référence – Confronter un modèle à des résultats expérimentaux – Proposer d'éventuelles améliorations à la démarche ou au modèle
Communiquer	<p>À l'écrit comme à l'oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés – Échanger entre pairs

Le niveau de maîtrise de ces compétences dépend de l'autonomie et de l'initiative requises dans les activités proposées aux élèves au cours du cycle sur les notions et capacités exigibles du programme. L'approche spiralaire permet le développement progressif du niveau de maîtrise attendu.

La mise en œuvre des programmes doit aussi être l'occasion d'aborder avec les élèves des questions mettant en jeu le respect d'autrui, la responsabilité individuelle et collective, la sécurité pour soi et pour autrui, l'éducation à l'environnement et au développement durable. Une ouverture sur l'histoire des sciences peut être porteuse de sens et éclairer le cheminement de la connaissance.

Les différentes parties du programme sont présentées autour des rubriques suivantes : notions et contenus, capacités exigibles et activités expérimentales, repères pour l'enseignement, liens avec les mathématiques et exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application.

■ Mesure et incertitudes

Notions et contenu	Capacités exigibles
Grandeurs et unités. Système international d'unités.	Distinguer les notions de grandeur, valeur et unité. Citer les sept unités de base du système international.
Sources d'erreurs. Variabilité de la mesure d'une grandeur physique. Justesse et fidélité.	Identifier les principales sources d'erreurs lors d'une mesure. Exploiter des séries de mesures indépendantes (histogramme, moyenne et écart-type) pour comparer plusieurs méthodes de mesure d'une grandeur physique, en termes de justesse et de fidélité.
Dispersion des mesures, incertitude-type sur une série de mesures.	Procéder à une évaluation par une approche statistique (type A) d'une incertitude-type.

Écriture d'un résultat.	Estimer une incertitude-type sur une mesure unique. Exprimer un résultat de mesure avec le nombre de chiffres significatifs adaptés et l'incertitude-type associée et en indiquant l'unité correspondante.
Valeur de référence.	Discuter de la validité d'un résultat en comparant la différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence d'une part et l'incertitude-type d'autre part.

Repères pour l'enseignement

Le professeur insiste sur l'importance d'associer une unité à chaque résultat de mesure ou de calcul. L'incertitude-type rend compte de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur physique.

La valeur attendue, si elle existe ou si elle est issue de l'exploitation d'un modèle, est appelée valeur de référence.

On indique que l'écart maximal raisonnable entre le résultat d'une mesure et une valeur de référence peut être évalué en nombre d'incertitudes-types. L'évaluation de cet écart peut contribuer à délimiter le domaine de validité d'un modèle.

Liens avec les mathématiques

L'écart-type est étudié en classe de seconde.

La fluctuation d'échantillonnage est abordée dans le programme de mathématiques des enseignements communs.

■ Énergie

L'énergie et ses enjeux

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Formes d'énergie.	<ul style="list-style-type: none"> – Citer les différentes formes d'énergie utilisées dans les domaines de la vie courante, de la production et des services. – Distinguer les formes d'énergie des différentes sources d'énergie associées.
Énergie et puissance.	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer et exploiter la relation entre puissance, énergie et durée. – Évaluer et citer des ordres de grandeur des puissances mises en jeu dans les secteurs de l'énergie, de l'habitat, des transports, des communications, etc.
Les conversions et les chaînes	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier les principales conversions d'énergie :

énergétiques. Stockage de l'énergie.	<p>électromécanique, photoélectrique, électrochimique, thermodynamique (conversions réalisées par une machine thermique), etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Schématiser une chaîne énergétique ou une conversion d'énergie en distinguant formes d'énergie, sources d'énergie et convertisseurs. – Évaluer ou mesurer une quantité d'énergie transférée, convertie ou stockée.
Principe de la conservation de l'énergie. Rendement.	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer le principe de conservation de l'énergie pour un système isolé. – Exploiter le principe de conservation de l'énergie pour réaliser un bilan énergétique et calculer un rendement pour une chaîne énergétique ou un convertisseur. – Déterminer le rendement d'une chaîne énergétique ou d'un convertisseur
Ressource d'énergie dite « renouvelable ».	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer qu'une ressource d'énergie est qualifiée de « renouvelable » si son renouvellement naturel est assez rapide à l'échelle de temps d'une vie humaine.

Repères pour l'enseignement

Le professeur contextualise son enseignement dans les domaines thématiques de la vie courante, de la production et des services. Il fournit aux élèves des éléments de compréhension pour aborder les grands débats de société du XXI^e siècle (ressources énergétiques, climat, ...).

Liens avec les mathématiques

Nombre dérivé.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Stockage de l'énergie de freinage par volant d'inertie.
- Étude énergétique d'un voilier de course : justification des choix énergétiques.
- Utilisation de super-condensateurs dans la charge rapide de bus électrique.
- Étude de la récupération d'énergie de bus hybrides et de rames de tramway.

Énergie chimique

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Transformation chimique d'un système et conversion d'énergie associée ; effets thermiques associés.	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier le système chimique. – Identifier un effet thermique associé à la transformation chimique d'un système. – Associer à une transformation chimique exothermique (endothermique) une diminution (augmentation) de l'énergie du système.
Un exemple de transformations	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier, dans une réaction de combustion, le

exothermiques : les combustions.	combustible et le comburant.
Pouvoir calorifique d'un combustible (en $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$)	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier l'apport d'énergie nécessaire pour initier une combustion et interpréter l'auto-entretien de celle-ci. – Comparer les pouvoirs calorifiques de différents combustibles. – Mettre en œuvre une expérience pour déterminer le pouvoir calorifique d'un combustible.
Protection contre les risques liés aux combustions.	<ul style="list-style-type: none"> – Citer les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection associés.

Repères pour l'enseignement

Dans ce chapitre, on se préoccupe seulement des aspects énergétiques associés aux transformations chimiques, la modélisation de ces transformations par des réactions étant donnée. L'établissement de ces réactions, l'écriture des équations et leur interprétation en termes d'oxydo-réduction pour les combustions sont abordés dans le domaine « Matière et matériaux ».

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Détermination du pouvoir calorifique d'une cartouche de gaz à partir de ressources documentaires.
- Retardateurs de flammes, extincteurs.

Énergie électrique

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Circuit électrique : symboles et conventions générateur et récepteur. Comportement générateur ou récepteur d'un dipôle.	<ul style="list-style-type: none"> – Réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma donné, et inversement, les symboles étant fournis. – Représenter le branchement d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'un système d'acquisition ou d'un oscilloscope sur un schéma électrique.
Tension électrique, intensité électrique. Grandeurs périodiques : valeur moyenne, valeur efficace, composante continue et composante alternative. Grandeurs sinusoïdales.	<ul style="list-style-type: none"> – Visualiser, à l'aide d'un système d'acquisition, des représentations temporelles d'une tension électrique périodique, d'un courant électrique périodique dans un circuit et en analyser les caractéristiques (période, fréquence, composantes continue et alternative). – Choisir le réglage des appareils pour mesurer une valeur moyenne ou une valeur efficace. – Mesurer la valeur moyenne d'une tension électrique, d'une intensité électrique dans un circuit. – Mesurer la valeur efficace d'une tension électrique, d'une intensité électrique dans un circuit.
Loi des mailles, loi des nœuds.	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser les conventions d'orientation permettant

	<p>d'algébriquer tensions et intensités électriques.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles dans un circuit comportant trois mailles au plus.
<p>Puissance et énergie électriques. Comportement énergétique d'un dipôle. Loi d'Ohm. Effet Joule.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Analyser les transferts d'énergie dans un circuit électrique, à partir du signe de la puissance et de la convention choisie. – Calculer la puissance moyenne et l'énergie électrique mises en jeu sur une durée donnée dans le cas d'un récepteur et d'un générateur électrique. – Analyser le domaine de validité d'un modèle à partir d'un ensemble de mesures (dipôles passifs résistifs). – Mesurer la puissance moyenne et l'énergie électrique transportée par une ligne électrique pendant une durée donnée.
<p>Sécurité électrique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Adopter un comportement responsable et respecter les règles de sécurité électriques lors des manipulations.

Repères pour l'enseignement

Les circuits électriques étudiés sont inspirés de circuits simples utilisés dans les systèmes techniques réels.

L'étude de l'électrocinétique est réalisée dans le cas de signaux variables : le régime continu et le régime sinusoïdal sont présentés comme des cas particuliers.

L'étude portant sur les signaux variables est principalement fondée sur l'exploitation de chronogrammes (on se place très souvent dans des cas où ceux-ci sont composés de segments de droite) : l'utilisation et l'introduction des outils mathématiques sont progressives.

Tous les types de composants (résistor, bobine, condensateur, diode, etc.) sont utilisés après avoir simplement indiqué leur nom, leur symbole et la grandeur qui les caractérise. On ne se préoccupe pas des phénomènes physiques mis en jeu, mais de leur comportement en générateur ou en récepteur et du bilan énergétique.

Dans les schémas électriques, on veille à ne faire apparaître que la borne « COM » à côté des symboles des appareils de mesure (jamais de bornes « plus » ou « moins » ou « étoile »).

Le professeur distingue dans les notations utilisées valeur moyenne, valeur efficace et valeur instantanée d'une grandeur électrique telle que la tension par exemple.

Liens avec les mathématiques

Fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Détection de métaux par variation d'inductance.
- Détermination de l'hyperbole de dissipation d'un résistor et limites du modèle.
- Modèle du moteur à courant continu dans un contexte donné.

Énergie interne

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Température.	<ul style="list-style-type: none">– Associer qualitativement la température d'un corps à l'agitation interne de ses constituants microscopiques.– Citer les deux échelles de températures et les unités correspondantes (degré Celsius et kelvin).– Convertir en kelvin, une température exprimée en degré Celsius et réciproquement.– Citer plusieurs exemples de thermomètres et identifier leurs principes de fonctionnement.– Mesurer des températures
Énergie interne d'un système. Capacité thermique massique. Énergie massique de changement d'état. Les différents modes de transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement.	<ul style="list-style-type: none">– Relier l'énergie interne d'un système à des contributions d'origine microscopique (énergie cinétique et énergie potentielle d'interaction).– Exprimer et calculer la variation d'énergie interne d'un solide ou d'un liquide lors d'une variation de température.– Définir et exploiter la capacité thermique massique.– Définir et exploiter l'énergie massique de changement d'état d'une espèce chimique.– Prévoir le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes pour déterminer leur état final.– Décrire qualitativement les trois modes de transferts thermiques en citant des exemples.– Réaliser expérimentalement le bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire.

Repères pour l'enseignement

Le professeur souligne la polysémie du terme « chaleur » et des termes qui lui sont associés (« chaud », « froid », ...) dans le langage courant et leurs significations sensorielles qui conduisent souvent à une confusion entre chaleur et température.

Le terme de chaleur est utilisé pour nommer un transfert thermique d'origine microscopique entre deux systèmes.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Étude d'un ballon d'eau chaude dans le contexte de l'habitat.
- Étude d'une installation thermique.
- Le grand four solaire d'Odeillo en lien avec l'énergie transportée par la lumière.

Énergie mécanique

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Référentiels et trajectoires. Notion de solide. Mouvement de translation d'un solide.	<ul style="list-style-type: none"> – Choisir un référentiel et caractériser un mouvement par rapport à celui-ci. – Distinguer différents types de translation. – Comparer les trajectoires des différents points d'un solide en translation. – Assimiler le mouvement d'un solide en translation à celui d'un point matériel (centre de masse) concentrant toute sa masse.
Mouvement rectiligne : vitesse moyenne. Vitesse. Accélération.	<ul style="list-style-type: none"> – Écrire et exploiter la relation entre distance parcourue, durée du parcours et vitesse moyenne pour un point en mouvement rectiligne. – Dans le cas d'un mouvement rectiligne, définir la vitesse comme la limite de la vitesse moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit. – Dans le cas d'un mouvement rectiligne, définir la vitesse comme la dérivée par rapport au temps de la position $x(t)$ et l'accélération comme la dérivée par rapport au temps de la vitesse. – Mesurer des vitesses et accélérations dans le cas d'un mouvement rectiligne.
Actions de contact et actions à distance. Exemples de forces s'exerçant sur un objet : <ul style="list-style-type: none"> – poids ; – force exercée par un support ; – force élastique ; – force de frottement fluide. Résultante des forces appliquées à un solide.	<ul style="list-style-type: none"> – Exploiter la représentation d'une force s'exerçant en un point par un vecteur : direction, sens et norme. – Identifier, inventorier, caractériser et modéliser par des forces, les actions mécaniques s'exerçant sur un solide. – Effectuer un bilan quantitatif de forces pour un solide à l'équilibre ou en translation rectiligne uniforme.
Travail d'une force. Énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation. Transfert d'énergie par travail mécanique.	<ul style="list-style-type: none"> – Écrire et exploiter l'expression du travail d'une force constante. – Écrire et exploiter la relation de définition de l'énergie cinétique d'un solide en translation. – Relier une modification de l'énergie cinétique d'un solide en translation rectiligne à la nature de son mouvement (accélééré ou décélééré). – Associer une variation d'énergie cinétique d'un solide en translation au travail des forces appliquées.

<p>Puissance moyenne.</p> <p>Energie potentielle associée à une force conservative ; exemple des énergies potentielles de pesanteur et élastique. Énergie mécanique.</p> <p>Gain ou dissipation d'énergie mécanique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Citer et exploiter la relation entre travail et puissance moyenne. – Déterminer la puissance moyenne nécessaire pour modifier la valeur d'une vitesse pendant une durée donnée. – Exprimer et évaluer l'énergie mécanique d'un solide en translation. – Analyser des variations de vitesse d'un solide en translation en termes d'échanges entre énergie cinétique et énergie potentielle (de pesanteur ou élastique). – Analyser le mouvement d'un solide en translation en termes de conservation et de non-conservation de l'énergie mécanique. – Estimer la puissance moyenne nécessaire pour maintenir constante la vitesse d'un solide en translation, en présence de frottements. – Étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un solide en mouvement de translation rectiligne.
--	---

Repères pour l'enseignement

Le professeur veille à adopter une approche contextualisée à partir de l'étude de systèmes réels simplifiés et assimilés du point de vue de leur mouvement à un point matériel. Il réduit l'étude du mouvement de translation d'un solide à celle de son centre de masse.

La notion de vitesse est introduite à partir de celle de la vitesse moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit, puis elle est définie par la dérivée de la position, en lien avec l'enseignement de mathématiques.

Les vitesses et accélérations sont mesurées à l'aide de capteurs dédiés ou évaluées en utilisant des logiciels de pointage.

Liens avec les mathématiques

Dérivées.

Produit scalaire.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Étude de la chute libre avec ou sans frottements ; vitesse limite.
- Étude d'un vélo à assistance électrique : étude de l'efficacité énergétique d'un vélo à assistance électrique sur des trajets rectilignes horizontaux et inclinés.
- Puissance développée par un remonte-pente pour tracter un skieur.

Énergie transportée par la lumière

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
<p>Puissance transportée par la lumière, irradiance.</p> <p>Lumière émise par un laser. Protection contre les risques associés à l'utilisation d'un laser.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser un appareil pour déterminer ou mesurer une irradiance (ou éclairement énergétique, en $W \cdot m^{-2}$) : pyranomètre, solarimètre, etc. – Calculer la puissance reçue par une surface, l'irradiance du rayonnement étant donnée. – Citer les principales caractéristiques de la lumière émise par un laser. – Estimer l'irradiance d'un laser, la puissance émise étant connue, pour conclure sur ses domaines d'utilisation et les mesures de protection associées.
Conversion photovoltaïque.	<ul style="list-style-type: none"> – Effectuer expérimentalement le bilan énergétique et déterminer le rendement d'un panneau photovoltaïque.

Repères pour l'enseignement

L'étude du laser peut être contextualisée dans le domaine de la production industrielle (métallerie par exemple) ou dans celui de la santé (chirurgie).

Les phénomènes physiques mis en jeu dans un panneau photovoltaïque ou un laser ne sont pas abordés, seuls certains aspects énergétiques sont traités.

Liens avec les mathématiques

Géométrie dans le plan.

Exemple de situation-problème d'apprentissage et mini-projet d'application

Étude de la production d'une mini-centrale solaire à l'aide de panneaux solaires.

■ Matière et matériaux

Propriétés des matériaux et organisation de la matière

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Famille de matériaux : matériaux métalliques, organiques, minéraux, composites.	<ul style="list-style-type: none"> – Citer des métaux et alliages usuels et quelques exemples de matériaux organiques, minéraux et composites. – Conduire des tests permettant de distinguer et d'identifier des matériaux à partir de banques de données (densités, aspects, combustions, corrosions,

	etc.).
Propriétés des matériaux : électriques, thermiques, mécaniques, optiques, magnétiques et chimiques. Cycle de vie d'un matériau.	<ul style="list-style-type: none"> – Choisir, à partir d'un cahier des charges, des matériaux en fonction de propriétés physiques attendues : électriques, thermiques, mécaniques, optiques et magnétiques. – Déterminer ou mesurer quelques caractéristiques physiques de matériaux (résistivité électrique, résistance thermique surfacique, indice de réfraction, etc.). – Rechercher, extraire et exploiter des informations relatives à la production industrielle, l'utilisation et le recyclage de quelques matériaux usuels.
Schéma de Lewis de molécules et d'ions polyatomiques usuels. Molécules et macromolécules organiques.	<ul style="list-style-type: none"> – Établir les schémas de Lewis de l'eau, du dioxygène, du dioxyde de carbone et du chlorure d'hydrogène. – Reconnaître une molécule et une macromolécule organique. Passer des formules développées aux formules semi-développées et aux formules brutes. – Reconnaître les groupes caractéristiques des fonctions alcool et acide carboxylique.
Masses molaires atomique et moléculaire. Concentration d'un soluté (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ou en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$).	<ul style="list-style-type: none"> – Calculer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques des éléments qui composent la molécule. – Déterminer une concentration d'un soluté dans une solution à partir du protocole de préparation de celle-ci ou à partir de mesures expérimentales. – Réaliser une solution de concentration donnée par dilution ou dissolution d'un soluté.
Règlement CLP (Classification, Labelling, Packaging) européen.	<ul style="list-style-type: none"> – Adapter son attitude en fonction des pictogrammes des produits utilisés et aux consignes de sécurité correspondantes.

Repères pour l'enseignement

L'approche à privilégier est celle de démarches contextualisées de choix de matériaux répondant à un cahier des charges. Une interprétation microscopique de quelques propriétés de ces matériaux permet de revenir sur les modélisations, introduites en classe de seconde, de l'atome, de l'état solide, du cortège électronique et des molécules et de la prolonger par les notions de molécules et macromolécules « organiques » en lien avec les matériaux plastiques de synthèse et les matériaux organiques naturels (papier, carton, caoutchouc, etc.).

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Le CND (Contrôle Non Destructif) pour la détection des défauts d'un matériau.
- Étude documentaire sur les propriétés et applications des nanomatériaux.

Combustions

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Combustions, combustibles. Carburants, agro-carburants.	<ul style="list-style-type: none">– Citer des carburants fossiles et des agro-carburants usuels et connaître l'impact de leur utilisation sur l'environnement.– Identifier les produits d'une combustion complète pour établir l'équation de la réaction correspondante.– Écrire et exploiter l'équation chimique d'une réaction de combustion complète d'un hydrocarbure ou d'un « biocarburant » pour prévoir le réactif limitant et les quantités de matière des produits formés.– Écrire et exploiter une équation chimique de combustion incomplète pour un carburant donné, les produits étant indiqués.
Alcanes, alcènes, alcools. Chaînes carbonées, groupes caractéristiques.	<ul style="list-style-type: none">– Identifier un alcane ou un alcène à partir de sa formule brute et de sa formule semi-développée.– Identifier le groupe caractéristique et la chaîne carbonée d'un alcool à partir de sa formule semi-développée.

Repères pour l'enseignement

Les carburants étudiés sont limités aux alcanes, alcènes et alcools. La modélisation des combustions par des réactions d'un carburant avec le dioxygène sont abordées expérimentalement dans le prolongement de la seconde. La notion de réactif limitant est réinvestie et des raisonnements mobilisant la proportionnalité sont mis en œuvre pour déterminer des quantités de produits formés et notamment le dioxyde de carbone pour lequel une sensibilisation à l'impact sur le réchauffement climatique sera indiqué. Ces raisonnements permettent notamment de déterminer l'énergie libérée par un système chimique lors d'une combustion à partir du pouvoir calorifique et de la masse de combustible et de faire ainsi le lien avec la partie « Énergie chimique ».

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Étude d'un chauffage d'appoint ou d'un chauffage au bioéthanol.
- La carburant bioéthanol : comparaison avec les carburants actuels.
- Nouvelle génération de biocarburants.

Oxydo-réduction, corrosion des matériaux, piles

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Transfert d'électrons lors d'une transformation chimique ; réactions d'oxydo-réduction.	<ul style="list-style-type: none"> – À partir d'expériences ou de données expérimentales, identifier un transfert d'électrons entre des espèces chimiques et en déduire la réaction d'oxydo-réduction modélisant la transformation. – Définir et distinguer un oxydant, un réducteur, une oxydation, une réduction et un couple oxydant/réducteur. – Écrire une demi-équation électronique, le couple oxydant/réducteur étant donné. – Écrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction, les deux couples oxydant/réducteur étant donnés.
Corrosion des matériaux. Aciers inoxydables, métaux nobles. Protection contre la corrosion.	<ul style="list-style-type: none"> – Exploiter l'équation d'une réaction d'oxydo-réduction pour analyser une situation de corrosion d'un matériau. – Citer des métaux ou des alliages résistants à la corrosion. – Citer et interpréter des méthodes de protection contre la corrosion.
Piles.	<ul style="list-style-type: none"> – Analyser le fonctionnement d'une pile en termes de transfert d'électrons et de réaction d'oxydo-réduction. – Étudier le fonctionnement d'une pile.

Repères pour l'enseignement

L'étude des phénomènes de corrosion ou de dispositifs comme les piles permet de contextualiser l'étude des réactions d'oxydo-réduction dans les domaines de la vie courante et de l'industrie. Après avoir identifié des transferts d'électrons entre espèces chimiques, différentes notions théoriques liées à l'oxydo-réduction sont introduites puis remobilisées pour analyser les corrosions de matériaux et les piles en fonctionnement, ainsi que pour comprendre les méthodes de protection des matériaux sensibles à la corrosion.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Production de dioxygène au sein de la station spatiale internationale : réaction d'oxydo-réduction en milieu basique.
- Protection par anode sacrificielle.

■ Ondes et information

Notion d'onde

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Ondes mécaniques. Ondes électromagnétiques. Phénomènes de propagation. Onde longitudinale, onde transversale.	<ul style="list-style-type: none">– Citer des exemples d'ondes mécaniques (sonores, sismiques, etc.) et leurs milieux matériels de propagation.– Distinguer le cas particulier de l'onde électromagnétique qui ne nécessite pas de milieu matériel de propagation.– Associer la propagation d'une onde à un transfert d'énergie sans déplacement de matière.– Distinguer une onde longitudinale d'une onde transversale.– Mettre en œuvre un guide d'onde.
Ondes périodiques. Ondes sinusoïdales. Période. Longueur d'onde. Relation entre période, longueur d'onde et célérité.	<ul style="list-style-type: none">– Définir et déterminer (par une mesure ou un calcul) les grandeurs physiques caractéristiques associées à une onde périodique.– Pour une onde sinusoïdale, citer et exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et fréquence.
Onde et transport de l'information.	<ul style="list-style-type: none">– Associer une onde à une perturbation qui se propage, dont les caractéristiques peuvent transporter des informations.– Associer le transport de l'information à la propagation entre l'émetteur et le récepteur d'une onde modulée selon un code donné.
Phénomènes de transmission, de réflexion, d'absorption.	<ul style="list-style-type: none">– Mettre en œuvre un dispositif expérimental permettant d'observer les phénomènes de transmission, d'absorption et de réflexion d'une onde.

Repères pour l'enseignement

L'enseignement s'appuie sur les systèmes communicants mis en œuvre dans les domaines de la vie courante et de l'industrie.

Liens avec les mathématiques

Géométrie dans le plan.

Fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et mini-projets d'application

- Étude des systèmes communicants dans le domaine de la domotique.
- Transport d'information en téléphonie mobile.

Ondes sonores

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
<p>Propriétés, propagation des ondes sonores et ultrasonores.</p> <p>Phénomène de réflexion.</p> <p>Intensité et puissance acoustiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer qu'un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'une onde sonore ou ultrasonore. – Déterminer ou mesurer les grandeurs physiques associées à une onde sonore ou ultrasonore : célérité, période, amplitude, fréquence et longueur d'onde. – Citer l'ordre de grandeur de la célérité du son dans l'air. – Évaluer la célérité du son dans quelques milieux : air, eau, métal. – Déterminer des distances à partir de la propagation d'un signal avec ou sans réflexion. – Identifier et citer les deux grandeurs influençant la perception sensorielle d'un son : amplitude et fréquence. – Associer qualitativement fréquence et amplitude à la hauteur et à l'intensité acoustique d'un son. – Citer l'ordre de grandeur des limites du domaine de fréquences audibles par l'oreille humaine. – Exploiter la relation entre la puissance et l'intensité acoustiques.

Exemple de situation-problème d'apprentissage et projets d'application

Principe de l'échographie en imagerie médicale.

Ondes électromagnétiques

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
<p>Ondes électromagnétiques (rayonnements gamma, X, UV, visible, IR, radio).</p> <p>Relation entre longueur d'onde, célérité de la lumière et fréquence.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Ordonner les domaines des ondes électromagnétiques en fonction de la fréquence et de la longueur d'onde dans le vide. – Citer les longueurs d'ondes perceptibles par l'œil humain. – Citer la valeur de la célérité d'une onde électromagnétique dans le vide.
<p>Sources lumineuses : rayonnement solaire, corps chauffés, diodes électroluminescentes, lasers, lampes spectrales, lampes UV.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Citer quelques caractéristiques du rayonnement émis par différentes sources lumineuses d'usage courant. – Extraire d'une documentation fournie et exploiter les principales caractéristiques (longueur d'onde, puissance, directivité) d'un laser. – Citer les risques et les précautions associés à l'utilisation de sources lumineuses variées.

Repères pour l'enseignement

Les valeurs limites des différentes plages des ondes électromagnétiques (rayonnements gamma, X, UV, visible, IR, radio) ne sont pas exigibles.

Liens avec les mathématiques

Géométrie dans le plan.

Fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application

- Couverture anti-onde : efficacité de la cage de Faraday.
- Télémétrie laser.
- Transmission par fibre optique.
- Utilisation des ondes électromagnétique dans le diagnostic médical et le traitement des patients.
- Étude des mesures préventives des risques des rayons X pour les travailleurs exposés.

Programme de mathématiques

■ Intentions majeures

En étroite articulation avec le programme de l'enseignement commun de mathématiques qu'il permet à la fois de compléter et d'approfondir, le programme de la partie « mathématiques » de l'enseignement de spécialité physique-chimie et mathématiques est organisé autour de trois thèmes : géométrie dans le plan, nombres complexes et analyse. Il vise deux objectifs :

- permettre l'acquisition de connaissances et le développement de compétences mathématiques immédiatement utiles pour la physique et la chimie (produit scalaire, fonctions trigonométriques, dérivées, techniques et automatismes de calcul) ;
- développer des capacités d'abstraction, de raisonnement et d'analyse critique essentielles à la réussite d'études supérieures.

Les activités menées en lien avec la physique-chimie donnent l'occasion de développer plus particulièrement les compétences « modéliser » et « représenter ».

■ Géométrie dans le plan

Trigonométrie

Contenus

- Cercle trigonométrique, radian.
- Mesures d'un angle orienté, mesure principale.
- Fonctions circulaires sinus et cosinus : périodicité, variations, parité. Valeurs remarquables en $0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \pi$.
- Fonctions $t \mapsto A \cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A \sin(\omega t + \varphi)$: amplitude, périodicité, phase à l'origine, courbes représentatives.

Capacités attendues

- Effectuer des conversions de degré en radian, de radian en degré.
- Résoudre, par lecture sur le cercle trigonométrique, des équations du type $\cos(x) = a$ et $\sin(x) = a$.
- Connaître et utiliser les relations entre sinus et cosinus des angles associés :
 $x ; -x ; \pi - x ; \pi + x ; \frac{\pi}{2} - x ; \frac{\pi}{2} + x$.
- Utiliser ces relations pour justifier les propriétés de symétrie des courbes des fonctions circulaires.

Commentaires

On vise une bonne familiarisation des élèves avec les fonctions trigonométriques, en appui sur le cercle trigonométrique.

Les élèves sont entraînés à mémoriser certains résultats sous forme d'images mentales basées sur le cercle trigonométrique.

En lien avec la physique, on utilise le vocabulaire « phase instantanée » pour désigner l'expression

$(\omega t + \varphi)$ et « phase à l'origine » pour le paramètre φ .

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

Grandeurs physiques associées à une onde mécanique sinusoïdale : amplitude, période, fréquence.

Produit scalaire

Contenus

- Définition géométrique : si \vec{u} et \vec{v} sont non nuls alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos(\theta)$ où θ est une mesure de l'angle entre \vec{u} et \vec{v} ; si \vec{u} ou \vec{v} est nul alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$.
- Projection orthogonale d'un vecteur sur un axe.
- Interprétation du produit scalaire en termes de projections orthogonales (du vecteur \vec{u} sur l'axe dirigé par \vec{v} ou du vecteur \vec{v} sur l'axe dirigé par \vec{u}).
- Propriétés du produit scalaire : bilinéarité, symétrie.
- Expressions, dans une base orthonormée, du produit scalaire de deux vecteurs, de la norme d'un vecteur.
- Caractérisation de l'orthogonalité.
- Théorème d'Al Kashi, égalité du parallélogramme.

Capacités attendues

- Calculer la projection d'un vecteur sur un axe.
- Interpréter $\|\vec{u}\| \cos(\theta)$ en termes de projection.
- Utiliser un produit scalaire pour démontrer l'orthogonalité de deux vecteurs, pour calculer un angle non orienté.
- Utiliser un produit scalaire pour calculer des longueurs.

Commentaires

Les situations de géométrie repérée sont traitées uniquement dans un repère orthonormé. Le théorème d'Al Kashi est présenté comme une généralisation du théorème de Pythagore.

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

L'étude du travail d'une force lors d'un mouvement rectiligne permet de réinvestir la notion de produit scalaire et de projection d'un vecteur sur un axe. On démontre que le travail d'une force perpendiculaire à la trajectoire est nul ou encore que le travail de la force résultante est la somme des travaux des forces en présence (illustration de la propriété de bilinéarité du produit scalaire).

■ Nombres complexes

Contenus

- Forme algébrique :
 - définition, conjugué, module ;
 - représentation dans un repère orthonormé direct ; affixe d'un point, d'un vecteur.
 - somme, produit, quotient ;
 - conjugué d'une somme, d'un produit, d'un quotient ;
 - module d'un produit et d'un quotient ;
- Argument et forme trigonométrique.

Capacités attendues

- Calculer et interpréter géométriquement la partie réelle, la partie imaginaire, le conjugué, le module et un argument d'un nombre complexe.
- Passer de la forme algébrique à la forme trigonométrique et *vice versa*.

Commentaires

La notation exponentielle et les opérations entre nombres complexes sous forme trigonométrique sont étudiées en classe terminale.

■ Analyse

Dérivées

Contenus

Point de vue local

- Notations : $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$, $\frac{dy}{dx}(x_0)$, $\frac{df}{dx}(x_0)$, $f'(x_0)$.
- Approximation affine d'une fonction au voisinage d'un point.

Point de vue global

- Calcul des dérivées :
 - d'une somme, d'un produit, de l'inverse, d'un quotient ;
 - de $x \mapsto x^n$ pour n entier naturel non nul et de $x \mapsto \frac{1}{x}$;
 - d'un polynôme ;
 - des fonctions cosinus et sinus ;
 - de $x \mapsto f(ax+b)$, $t \mapsto A\cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A\sin(\omega t + \varphi)$.

Capacités attendues

- Utiliser les différentes notations du taux de variation et du nombre dérivé en un point.
- Effectuer des calculs approchés à l'aide de l'approximation affine en un point.
- Calculer une fonction dérivée.
- Étudier le sens de variation d'une fonction à l'aide du signe de sa dérivée.

Commentaires

Pour la fonction $x \mapsto x^n$, on généralise les résultats étudiés pour $n=2$ et $n=3$ dans le cadre de l'enseignement commun.

On fait remarquer la forme unifiée de l'expression de la dérivée de $x \mapsto x^n$ pour $n \geq -1$ comme moyen mnémotechnique.

Pour la dérivée d'un produit, on présente le principe de la démonstration à partir du taux de variation. Le résultat pour le quotient est admis à ce stade.

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

Relation entre la puissance, l'énergie et la durée.

- Si la relation $y = f(x)$ traduit une dépendance entre deux grandeurs, les notations $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$, $\frac{dy}{dx}(x_0)$ ou $\frac{df}{dx}(x_0)$ favorisent l'interprétation du nombre dérivé comme taux de variation infinitésimal.
- L'approximation affine de f au voisinage de x_0 permet de calculer, au premier ordre, l'accroissement de la grandeur $y = f(x)$ en fonction de celui de la grandeur x : $\Delta y = f'(x_0)\Delta x$.
- Cas particulier où la variable est le temps : lien entre nombre dérivé et vitesse, coordonnées du vecteur vitesse, accélération ; vitesse d'apparition d'un produit, de disparition d'un réactif.

Primitives

Contenus

- Définition d'une primitive.
- Deux primitives d'une même fonction sur un intervalle diffèrent d'une constante.
- Primitives d'un polynôme.
- Primitives des fonctions $t \mapsto A\cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A\sin(\omega t + \varphi)$.
- Exemples de calcul approché d'une primitive par la méthode d'Euler.

Capacités attendues

- Calculer des primitives.
- Construire point par point, par la méthode d'Euler, une approximation de la courbe représentative de la solution d'un problème de Cauchy du type : $y'(t) = f(t)$ et $y(t_0) = y_0$.

Commentaires

Le théorème affirmant que deux primitives d'une même fonction sur un intervalle diffèrent d'une constante est admis mais commenté : on peut justifier par un argument cinématique qu'une fonction de dérivée identiquement nulle est constante ou encore, par un argument géométrique, que deux fonctions ayant en tout point le même nombre dérivé ont des « courbes parallèles », l'une étant obtenue à partir de l'autre par une translation verticale.

Pour la méthode d'Euler, on choisit une fonction dont l'expression explicite d'une primitive n'est pas connue à ce stade (par exemple $t \mapsto \frac{1}{t}$ ou $t \mapsto \frac{1}{1+t^2}$).

Situations algorithmiques

Construire différents points d'une approximation de courbe intégrale par la méthode d'Euler.

Sciences physiques et chimiques en laboratoire

Classe de première, voie technologique, série
STL, enseignement de spécialité

Sommaire

Introduction générale	3
■ <i>Objectifs de formation</i>	3
■ <i>Organisation des programmes</i>	3
■ <i>Les compétences de la démarche scientifique</i>	4
■ <i>Repères pour l'enseignement</i>	4
■ <i>Mesure et incertitudes</i>	5
Contenus disciplinaires	7
■ <i>Chimie et développement durable</i>	7
■ <i>Image</i>	10
■ <i>Instrumentation</i>	14
■ <i>Ouverture vers le monde de la recherche ou de l'industrie et initiation à la démarche de projet.</i>	17

Introduction générale

■ Objectifs de formation

Dans la continuité de la classe de seconde générale et technologique, les programmes de physique-chimie des enseignements de spécialité de physique-chimie et mathématiques et de sciences physiques et chimiques en laboratoire visent à former aux méthodes et démarches scientifiques en mettant particulièrement en avant la pratique expérimentale et l'activité de modélisation. L'objectif est triple :

- donner une vision authentique de la physique et de la chimie ;
- permettre de poursuivre des études supérieures scientifiques et technologiques dans de nombreux domaines ;
- transmettre une culture scientifique et ainsi permettre aux élèves de faire face aux évolutions scientifiques et technologiques qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles.

Les élèves qui ont choisi l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire expriment leur goût pour un enseignement scientifique qui prend appui sur la pratique expérimentale telle qu'elle existe en laboratoire. La pratique expérimentale est donc centrale dans ce programme : l'objectif est de travailler l'analyse, la compréhension, la mise en œuvre et dans certains cas la conception de protocoles expérimentaux tout en développant les concepts liés aux notions physiques et chimiques qui leur sont associées. Dans ce cadre, les élèves sont formés à la maîtrise du geste expérimental, à l'utilisation des instruments de mesure et à l'estimation des incertitudes dans le contexte des activités expérimentales. L'intégration des instruments de mesure dans des systèmes plus complexes conduit aussi à s'intéresser au traitement numérique des résultats de mesure, que ce soit pour valider l'utilisation d'un modèle, contrôler la qualité d'un produit ou réguler une grandeur physique ou chimique dans un système technologique.

■ Organisation des programmes

Ce programme est en continuité avec le programme de physique-chimie de la classe de seconde générale et technologique dont il reprend les compétences de la démarche scientifique. Les thèmes retenus s'inscrivent en complémentarité avec le programme de physique-chimie et mathématiques de cette classe de première STL. Le thème « Chimie et développement durable » aborde les synthèses chimiques et les analyses physico-chimiques en traitant systématiquement des règles de sécurité et de l'impact environnemental. Le thème « Image » prend appui sur l'examen de l'appareil photographique numérique pour travailler les notions liées à la vision et à la synthèse des couleurs, et permet de faire le lien entre les caractéristiques d'une prise de vue (focale, ouverture et temps de pose) et les caractéristiques de la photographie (angle et profondeur de champ) en exploitant le modèle de la lentille mince. Enfin, le thème « Instrumentation » s'intéresse à la conception et aux propriétés d'une chaîne de mesure et à son utilisation.

Une partie de l'horaire de cet enseignement est consacrée à la démarche de projet, l'objectif étant de les préparer, à partir d'études de cas ou de mini-projets, à construire des compétences qui leur permettront de conduire un projet avec une plus grande autonomie en classe de terminale.

Dans l'écriture des programmes, chaque thème comporte plusieurs parties : chacune d'elles présente une introduction spécifique précisant les objectifs de formation. Cette introduction est complétée par un tableau en deux colonnes identifiant, d'une part, les notions et contenus abordés et, d'autre part, les capacités exigibles, dont les capacités expérimentales, particulièrement importantes en série STL. Par ailleurs, les capacités numériques associées aux notions et contenus sont mentionnées ; le langage de programmation conseillé est le langage Python. L'usage des microcontrôleurs peut aussi conduire à l'utilisation du langage de programmation dédié au système.

L'organisation du programme n'impose pas la progression pédagogique qui relève de la liberté pédagogique du professeur.

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

	<ul style="list-style-type: none"> – Confronter un modèle à des résultats expérimentaux – Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	<p>À l'écrit comme à l'oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> – présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés ; – échanger entre pairs.

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 est aussi l'occasion de développer le travail d'équipe et d'aborder avec les élèves des enjeux civiques 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

Dans le cadre de la mise en œuvre des programmes des enseignements de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire et de physique-chimie et mathématiques, l'approche expérimentale est essentielle ; elle permet l'acquisition de compétences propres et donne lieu à des synthèses régulières pour structurer savoirs et savoir-faire, et pour les appliquer ensuite dans des contextes différents. Elle vise l'acquisition ou le renforcement de connaissances des lois et des modèles physiques et chimiques fondamentaux qui sont régulièrement confrontés à l'expérience. Elle forme aussi à la méthodologie de résolution de problèmes avec une entrée expérimentale. Chaque fois que cela est possible, une mise en perspective de ces savoirs avec l'histoire des sciences et l'actualité scientifique est mise en œuvre.

Le professeur est invité à privilégier la mise en activité des élèves pour construire leur autonomie et développer le travail en équipe. Cette stratégie est essentielle lors de la formation des élèves à la démarche de projet.

Les évaluations, variées dans leurs formes et dans leurs objectifs, valorisent les compétences différentes de chaque élève. Une identification claire des attendus favorise l'autoévaluation des élèves. Une attention particulière est portée au développement des compétences orales des élèves.

■ Mesure et incertitudes

La pratique de laboratoire confronte les élèves à la conception, à la mise en œuvre et à l'analyse critique de protocoles de mesures. Évaluer l'incertitude d'une mesure et caractériser la fiabilité et la validité d'un protocole sont des éléments essentiels de la formation dans la série sciences et technologies de laboratoire. Ces notions sont transversales au programme de physique-chimie ; elles sont abordées en prenant appui sur le contenu de chacun des modules des enseignements de spécialité du programme du

cycle terminal.

En complément du programme de la classe de seconde générale et technologique, les programmes des enseignements de spécialité de la classe de première STL introduisent l'identification des sources d'erreurs ainsi que les notions de justesse et fidélité d'une mesure. L'approche statistique et l'évaluation de l'incertitude associée (type A) sont complétées par l'introduction de la notion de répétabilité. L'évaluation de type B d'une incertitude-type est abordée dans le cas d'une mesure effectuée avec un instrument de mesure dont les caractéristiques sont données.

La différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence, si elle existe, est appréciée en l'évaluant en nombre d'incertitudes-types.

Notions et contenu	Capacités exigibles
Sources d'erreurs. Variabilité de la mesure d'une grandeur physique. Justesse et fidélité. Dispersion des mesures, incertitude-type sur une série de mesures. Incertitude-type sur une mesure unique. Expression du résultat. Valeur de référence.	Identifier les principales sources d'erreurs lors d'une mesure. Exploiter des séries de mesures indépendantes (histogramme, moyenne et écart-type) pour comparer plusieurs méthodes de mesure d'une grandeur physique, en termes de justesse et de fidélité. Procéder à une évaluation de type A d'une incertitude-type. Procéder à une évaluation de type B d'une incertitude-type pour une source d'erreur en exploitant une relation fournie et/ou les notices constructeurs. Exprimer un résultat de mesure avec le nombre de chiffres significatifs adaptés et l'incertitude-type associée. Discuter de la validité d'un résultat en comparant la différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence d'une part et l'incertitude-type d'autre part. Capacités numériques : À l'aide d'un tableur ou d'un programme informatique : <ul style="list-style-type: none">- traiter des données expérimentales,- représenter les histogrammes associés à des séries de mesures.

Contenus disciplinaires

■ Chimie et développement durable

Sécurité et environnement	
<p>La chimie, science de la matière et de ses transformations, apporte des réponses aux défis que se pose l'humanité notamment en matière de gestion des ressources, dans une logique de développement durable. La connaissance toujours plus fine des propriétés des espèces chimiques implique une utilisation raisonnée de celles-ci dans le cadre de synthèses chimiques maîtrisées en matière d'impact environnemental. Les travaux expérimentaux sont menés dans le respect constant des règles de sécurité.</p> <p>Les capacités exigibles dans ce domaine « Sécurité et environnement » sont à travailler et à évaluer tout au long de l'étude du thème « Chimie et développement durable ».</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Règles de sécurité au laboratoire, équipement de protection individuel (EPI).</p> <p>Pictogrammes de sécurité, phrases H (<i>hazardous</i>) & P (<i>precaution</i>).</p> <p>Fiches de données de sécurité (FDS).</p> <p>Règlement CLP (<i>classification, labelling and packaging</i>), stockage.</p>	<ul style="list-style-type: none">– Connaître et appliquer les principales règles de sécurité au laboratoire.– Analyser et respecter les consignes de sécurité données dans un protocole à l'aide des pictogrammes de sécurité, des phrases H&P et des fiches de données de sécurité.– Relever sur une FDS fournie les données relatives à la toxicité des espèces chimiques.– Exploiter une étiquette conforme au règlement CLP pour en tirer des informations sur les propriétés et le stockage d'une substance chimique.
<p>Recyclage des substances chimiques.</p> <p>Principes de la chimie verte, impact environnemental, économique et social.</p>	<ul style="list-style-type: none">– Identifier et justifier le mode d'élimination d'une espèce chimique en se référant aux données de sécurité.– Appliquer les principes de la chimie verte pour choisir parmi différents procédés de synthèse ou d'analyse.

Synthèses chimiques

Cette partie aborde les principales techniques de synthèse, de séparation et de purification, avec les contrôles de pureté associés. Les réactions de la chimie organique mises en jeu sont supposées totales et sont classées par type. La notion de réactif limitant est réinvestie pour déterminer le rendement d'une synthèse à partir des masses ou des volumes de réactifs. La notion d'hydrogène labile est introduite en lien avec la notion de couple acide-base vue dans l'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques.

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Synthèse d'un composé organique.</p> <p>Extraction, séparation et purification.</p> <p>Distillation simple et recristallisation.</p> <p>Contrôles de pureté, chromatographie sur couche mince (CCM).</p> <p>Rendement.</p>	<ul style="list-style-type: none">– Choisir le matériel adapté pour prélever les réactifs nécessaires à un protocole de synthèse donné.– Justifier l'utilisation d'un montage à reflux et d'une ampoule de coulée. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Prélever les réactifs pour une synthèse.▪ Réaliser un montage à reflux ; utiliser une ampoule de coulée. <ul style="list-style-type: none">– Justifier le choix d'un solvant, pour extraire une espèce chimique d'un mélange réactionnel, à l'aide de données tabulées.– Expliquer le principe d'une distillation simple.– Expliquer le principe d'une recristallisation en justifiant le choix du solvant utilisé. <p>Capacités expérimentales : réaliser une distillation simple, une recristallisation, une filtration, une filtration sous vide, une extraction par solvant, un séchage.</p> <ul style="list-style-type: none">– Expliquer le principe de la chromatographie sur couche mince.– Commenter la pureté d'un produit à l'aide d'une observation (CCM). <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Effectuer une CCM et interpréter les chromatogrammes obtenus.▪ Mesurer une température de fusion. <ul style="list-style-type: none">– Déterminer le réactif limitant d'une synthèse pour calculer le rendement en produit purifié en utilisant éventuellement un tableau d'avancement.
<p>Réactions de synthèse.</p> <p>Sites électrophiles et nucléophiles.</p> <p>Hydrogène labile.</p> <p>Formalisme des flèches courbes pour représenter</p>	<ul style="list-style-type: none">– Déterminer le type d'une réaction (substitution, addition, élimination ou acide-base) à partir de l'examen de la structure des réactifs et des produits.– Identifier les sites électrophiles et nucléophiles des différents réactifs pour une synthèse donnée.– Identifier l'atome d'hydrogène labile dans les alcools et les acides carboxyliques ; comparer leurs acidités en raisonnant sur la stabilisation des bases conjuguées par mésomérie.– Représenter par des mouvements de doublets d'électrons le

un mouvement de doublet d'électrons.	mécanisme d'une réaction d'un acide carboxylique avec l'ion hydroxyde ou un ion alcoolate.
Hydrogénation d'un alcène, d'un aldéhyde ou d'une cétone.	<ul style="list-style-type: none"> – Écrire l'équation d'une réaction d'hydrogénation. – Déterminer la formule des produits résultant de la déshydratation d'un alcool. – Interpréter un mécanisme réactionnel fourni pour la transformation d'un alcool et écrire l'équation de la réaction correspondante. – Repérer un catalyseur dans une transformation donnée.
Réactivité des alcools (élimination, substitution, propriétés acido-basiques).	<ul style="list-style-type: none"> – Repérer un catalyseur dans une transformation donnée. <p>Capacité expérimentale : réaliser une synthèse à partir d'un alcool.</p>

Analyses physico-chimiques

Il s'agit de caractériser et de quantifier les espèces chimiques dans différents milieux et à des concentrations parfois très faibles. Les techniques d'analyse, qualitatives et quantitatives, sont mises en œuvre et exploitées par les élèves. Les concepts liés à la mesure et aux incertitudes associées sont développés dans le cadre de ces techniques d'analyse. Les résultats des mesures sont exprimés avec un nombre adapté de chiffres significatifs.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Tests d'identification, témoin. Propriétés physiques d'espèces chimiques : températures de changement d'état, masse volumique. Interaction rayonnement-matière. Spectroscopies UV-visible, IR.	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser une banque de données pour exploiter les résultats d'une analyse qualitative d'ions. <p>Capacité expérimentale : détecter la présence d'un ion, choisir un témoin pertinent pour effectuer une analyse qualitative.</p> <p>Capacité expérimentale : évaluer la température d'un changement d'état et la masse volumique d'une espèce chimique.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Relier la structure moléculaire au type de rayonnement absorbé : UV, visible ou IR. – Relier la couleur perçue à la longueur d'onde du rayonnement absorbé. – Utiliser des banques de données pour identifier ou confirmer des structures à partir de spectres.
Dosages par étalonnage spectrophotométrique.	<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et utiliser la loi de Beer-Lambert et ses limites. <p>Capacité expérimentale : concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer la concentration d'une solution à l'aide d'une gamme d'étalonnage.</p> <p>Capacité numérique : tracer et exploiter une courbe d'étalonnage à l'aide d'un tableur.</p>

<p>Dosages directs par titrage (l'équation de la réaction support étant donnée et supposée totale).</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Définir l'équivalence lors d'un dosage. – Déterminer les concentrations des espèces présentes dans le milieu réactionnel au cours du dosage en utilisant éventuellement un tableau d'avancement. – Déterminer la valeur de la concentration d'une solution inconnue. – Déterminer le volume à l'équivalence en exploitant une courbe de dosage pH-métrique. – Estimer une valeur approchée de pKa par analyse d'une courbe de dosage pH-métrique. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimer la valeur du volume à l'équivalence. ▪ Réaliser un dosage par changement de couleur. ▪ Réaliser un dosage pH-métrique. ▪ Repérer une équivalence. ▪ Exploiter les incertitudes-types, obtenues par une évaluation de type A, pour comparer un dosage pH-métrique et un dosage avec indicateur coloré. <p>Capacités numériques : tracer une courbe de dosage pH-métrique et déterminer le volume à l'équivalence à l'aide d'un logiciel.</p>
---	---

■ Image

La partie introductive de ce thème traite des aspects historiques de l'image et sensibilise les élèves au droit à l'image.

Dans la partie « Image, couleur et vision », l'étude d'un modèle optique simple de l'œil permet de réinvestir les notions d'optique géométrique abordées en classe de seconde. La description de la rétine en cellules photoréceptrices permet de préciser le rôle des cônes et bâtonnets dans la vision humaine. La perception des couleurs est interprétée à l'aide des courbes d'absorption des cônes et la couleur d'un objet est analysée en exploitant le modèle colorimétrique RVB. La présentation de la synthèse des couleurs, additive pour les écrans ou soustractive pour l'impression en couleurs, accorde une large place à l'expérience et à l'utilisation d'outils de simulation numérique pour expliquer et distinguer ces deux types de synthèse.

La partie « Images photographiques » vise à consolider et à approfondir les notions d'optique géométrique abordées en classe de seconde. Les constructions géométriques des images dont on confronte les résultats à ceux donnés par la formule de conjugaison sont limitées aux objets et aux images réels. Les mesures de distance focale donnent lieu à l'évaluation des incertitudes-types associées aux méthodes de mesure utilisées. L'introduction de la loupe permet de montrer que toutes les images ne sont pas réelles et d'aborder la notion d'image virtuelle qui sera reprise en terminale.

L'appareil photographique est modélisé par une description simple dans le cadre de l'optique géométrique. L'objectif est de faire le lien entre les caractéristiques optiques et physiques (focale, ouverture et temps de pose) de l'appareil et des éléments caractéristiques de la photographie comme l'angle de champ et la profondeur de champ.

Les parties portant sur la photographie numérique et la transmission d'une image numérique sont

essentiellement consacrées au capteur CCD (dispositif à couplage de charges) et à la numérisation des images. Elles ont pour objectif de faire appréhender quelques procédés de stockage et de transmission des images.

Le module donne lieu à de nombreuses activités expérimentales dont certaines relèvent du domaine de la mesure. Les incertitudes-types des mesures réalisées sont évaluées et, quand cela est pertinent, le résultat est comparé avec une valeur de référence (donnée constructeur, donnée tabulée, etc.). Les résultats des mesures sont exprimés avec un nombre de chiffres significatifs adapté.

Notions ou contenus	Capacités exigibles
<p>Aspect historique de l'image.</p> <p>Droits d'auteurs, droit à l'image.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Classer sur une échelle temporelle des périodes ou dates clés concernant l'image et ses supports : peintures rupestres, peintures à l'huile, photographie, cinéma, télévision, vidéo, etc. – Respecter le droit d'auteur et le droit à l'image.
Image, couleur et vision	
<p>Modèle optique de l'œil.</p> <p>Vision des couleurs.</p> <p>Synthèse additive des couleurs.</p> <p>Synthèse soustractive des couleurs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Décrire et exploiter un modèle optique simplifié de l'œil. – Exploiter ce modèle optique de l'œil pour expliquer la myopie et l'hypermétropie. – Citer des applications faisant appel à la persistance rétinienne et estimer l'ordre de grandeur de sa durée. <p>Capacité expérimentale : mettre en œuvre un protocole pour expliquer l'accommodation, la myopie et l'hypermétropie.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Énoncer le rôle de chacun des deux types de cellules photosensibles de l'œil. – Exploiter les courbes de sensibilité relative de l'œil pour expliquer la vision des couleurs et le daltonisme. <ul style="list-style-type: none"> – Expliquer la vision des couleurs à l'aide de la structure de la rétine de l'œil humain et de la synthèse additive. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Concevoir, mettre en œuvre un protocole pour expliquer la synthèse additive des couleurs. ▪ Mettre en œuvre un protocole pour expliquer le principe du modèle colorimétrique RVB des écrans. <p>Capacité numérique : utiliser un logiciel dédié pour déterminer les composantes (R, V, B) d'une couleur.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Expliquer la couleur perçue d'un objet éclairé en lumière blanche en exploitant le modèle colorimétrique RVB. – Expliquer le principe de reconstitution des couleurs par une imprimante et par un procédé pictural.

Filtres.	<p>Capacité expérimentale : concevoir, mettre en œuvre un protocole pour expliquer la synthèse soustractive des couleurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Citer des procédés de production d'images faisant appel à la synthèse additive ou à la synthèse soustractive. – Prévoir l'effet d'un ou de plusieurs filtres sur une lumière blanche et une lumière colorée. – Interpréter et prévoir la couleur perçue d'un objet éclairé par un faisceau lumineux coloré.
Images photographiques	
<p>Chambre noire et sténopé. Modèle du rayon lumineux.</p> <p>Objet et image réels.</p> <p>Lentilles minces convergentes. Foyers, distance focale, focométrie. Relation de conjugaison. Grandissement.</p> <p>Notion d'image virtuelle.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Interpréter le principe d'un sténopé ou d'une chambre noire à l'aide du modèle du rayon lumineux. – Exploiter les notions de foyers, distance focale pour caractériser un système optique. – Exploiter les propriétés d'une lentille mince convergente et utiliser le modèle du rayon lumineux pour prévoir graphiquement la position et la taille d'une image. – Citer et exploiter la relation de conjugaison de Descartes et une expression du grandissement pour déterminer la position et la taille d'une image à travers une lentille mince convergente. – Décrire et expliquer la méthode d'autocollimation pour mesurer une distance focale. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réaliser des projections. ▪ Déterminer expérimentalement la condition sur la position d'un objet par rapport au foyer objet d'une lentille convergente pour réaliser une projection. ▪ Concevoir ou mettre en œuvre un protocole pour déterminer la position d'une image, mesurer le grandissement associé et identifier les principales sources d'erreurs sur ces mesures. ▪ Réaliser expérimentalement un faisceau lumineux cylindrique. ▪ Mettre en œuvre la méthode d'autocollimation pour déterminer la distance focale d'une lentille mince. Réaliser une évaluation de type A de l'incertitude-type. ▪ Mettre en œuvre la méthode de Bessel pour déterminer la distance focale d'une lentille mince, le protocole étant fourni. réaliser une évaluation de type A de l'incertitude-type. ▪ Comparer les deux méthodes de mesure. <ul style="list-style-type: none"> – Expliquer pourquoi une image d'un objet réel obtenue par une loupe n'est pas réelle. <p>Capacité expérimentale : Déterminer expérimentalement les conditions sur la position d'un objet par rapport à une lentille convergente pour avoir un effet loupe.</p>

■ Instrumentation

Les instruments de mesure permettent d'obtenir des résultats chiffrés de plus en plus fiables et précis, validés par les outils de la métrologie. Ils exigent dans leur mise en œuvre une culture scientifique et technologique, constituant une base nécessaire aux activités de laboratoire. Plusieurs situations de réalisation de mesures sont proposées pour permettre aux élèves d'acquérir les connaissances et les capacités attendues ; il ne s'agit pas sur les différentes parties du programme (liste de capteurs, d'appareils de mesure rencontrés dans les différents domaines, etc.) de rechercher l'exhaustivité. L'acquisition de ces connaissances et capacités est indispensable aux élèves pour choisir un appareil de manière pertinente et pour porter un regard critique sur les résultats de mesure obtenus.

Instruments de mesure	
<p>Dans cette première partie, l'objectif est de sensibiliser l'élève aux caractéristiques des instruments de mesure et aux incertitudes associées. Cela leur permet d'effectuer un choix d'appareil ou de matériel en fonction d'un cahier des charges et d'apprendre à les utiliser dans des conditions optimales. Une approche expérimentale à partir d'instruments de mesure simples (gradués ou jaugés) permet de sensibiliser les élèves à la dispersion des mesures et à l'évaluation de type A d'une incertitude-type. Les élèves sont initiés à l'exploitation de la documentation fournie par le constructeur concernant les instruments de mesure utilisés afin de déterminer leurs caractéristiques et leur incertitude-type. Enfin, les élèves mettent en œuvre un exemple de méthode de mesure par étalonnage (spectrophotométrie, spectroscopie, etc.).</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Instrument de mesure.</p> <p>Chaîne de mesure.</p> <p>Mesure par étalonnage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Choisir un instrument de mesure adapté en fonction de ses caractéristiques (résolution, temps de réponse, étendue de mesure) et du cahier des charges. – Exploiter une notice utilisateur pour retrouver les caractéristiques d'un instrument de mesure. – Dans le cas d'une chaîne de mesure, identifier les différents blocs (capteur, conditionneur, convertisseur analogique numérique, calculateur, afficheur) à partir d'une documentation. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Procéder à une évaluation de type A de l'incertitude-type lors de l'utilisation d'un instrument de mesure gradué ou jaugé. ▪ Lors de l'utilisation d'un instrument à affichage numérique, procéder à la détermination d'une incertitude-type à partir de la documentation constructeur. ▪ Estimer l'influence d'un changement de calibre sur l'incertitude-type et choisir le calibre adapté. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tracer et exploiter une courbe d'étalonnage. ▪ Vérifier que le choix de la gamme d'étalonnage est adapté à la mesure réalisée.

Chaîne de mesure

L'objectif de cette partie est d'étudier le principe d'appareils de mesure qui peuvent se modéliser par une chaîne de mesure. L'étude expérimentale des différents blocs de la chaîne de mesure a pour objectif de préciser leur fonction et leur influence sur la qualité de la mesure. À cette occasion, l'impact de la numérisation sur la qualité de la mesure est abordé.

Capteur et conditionneur.

Caractéristique de transfert.

- Identifier les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur et du conditionneur.
- Exploiter une caractéristique de transfert d'un capteur, ou d'un ensemble capteur conditionneur.
- Définir et estimer la sensibilité d'un ensemble capteur conditionneur à partir de sa caractéristique de transfert.
- Exploiter la loi des nœuds, la loi des mailles et la loi d'Ohm pour expliquer le principe du conditionneur pour un capteur résistif.

Capacités expérimentales :

- Tracer la caractéristique de transfert d'un capteur.
- Concevoir et réaliser un conditionneur à partir d'un pont diviseur de tension pour un capteur résistif.
- Réaliser un circuit à amplificateur linéaire intégré (ALI) à partir d'un schéma fourni et mesurer le rapport d'amplification. Identifier les limites de fonctionnement dues à la saturation.
- Tracer la caractéristique de transfert d'un ensemble capteur conditionneur.
- Utiliser la caractéristique de transfert d'un ensemble capteur conditionneur pour évaluer la grandeur d'entrée à partir de la mesure de la grandeur de sortie. Évaluer les incertitudes-types associées à chacune de ces grandeurs et les relier à l'aide de la sensibilité.
- Mesurer le temps de réponse de l'ensemble capteur conditionneur.

Convertisseur analogique numérique (CAN).

Quantum, résolution.

- Différencier un signal analogique d'un signal numérique.
- Définir et relier le quantum, la résolution (nombre de bits) et la tension pleine échelle d'un CAN.
- Expliquer l'impact de la conversion sur la qualité de la mesure.

Capacités expérimentales :

- Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de mesurer le quantum et la résolution d'un CAN.
- Utiliser un microcontrôleur pour afficher la valeur de la mesure.
- Adapter les paramètres (valeurs de résistances, facteur d'amplification) d'un conditionneur pour optimiser une mesure.

Utilisation d'une chaîne de mesure en tout ou rien

Dans la partie précédente, les chaînes de mesure sont utilisées comme instruments de mesure. Dans cette partie l'objectif est de travailler sur l'utilisation de la mesure faite ; l'étude, principalement expérimentale, est limitée aux chaînes de mesure utilisées en tout ou rien qui permettent de concevoir un dispositif d'alerte ou qui peuvent être intégrées dans un dispositif de régulation de température.

Le choix est fait de traiter numériquement le signal à la sortie du conditionneur par un microcontrôleur simple ; on attend des élèves qu'ils modifient des valeurs numériques dans le code fourni pour les adapter au problème étudié.

Il est possible de travailler sur un dispositif d'alerte ou de régulation d'une autre grandeur en fonction du matériel disponible dans l'établissement, tout en conservant les mêmes objectifs de formation et les mêmes capacités exigibles.

Chaîne de mesure utilisée en tout ou rien.

- Décrire une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien.
- Identifier différentes applications d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien.

Capacités expérimentales et numériques :

- Réaliser une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien à partir d'un capteur, d'un conditionneur et d'un microcontrôleur.
- Tracer expérimentalement la caractéristique de transfert d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien.
- Modifier une valeur numérique dans le code source du microcontrôleur pour fixer un seuil de déclenchement.

Régulation de température.

Capacités expérimentales et numériques :

- Utiliser une chaîne de mesure en tout ou rien pour commander le chauffage d'un liquide et maintenir sa température constante.
 - Montrer expérimentalement l'intérêt d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien avec hystérésis dans le cas de la régulation de température.
 - Tracer expérimentalement la caractéristique de transfert d'une chaîne de mesure utilisée en tout ou rien avec hystérésis. Caractériser l'influence des valeurs de seuil.
 - Tracer l'évolution de la température en fonction du temps et caractériser l'influence des paramètres (température de consigne, valeurs de seuil de l'hystérésis, puissance fournie par la résistance chauffante) sur la régulation de température.
- Citer l'influence du choix des valeurs de seuil autour de la température de consigne sur la régulation de température.

■ Ouverture vers le monde de la recherche ou de l'industrie et initiation à la démarche de projet

Il s'agit ici, à travers une démarche de projet, d'amener les élèves à mobiliser et à réinvestir les lois et modèles étudiés dans les deux enseignements de spécialité de physique-chimie et mathématiques et de sciences physiques et chimiques en laboratoire pour analyser des dispositifs expérimentaux, des réalisations technologiques et des applications contemporaines. L'objectif est de développer, dès le lycée, les aptitudes à analyser des situations complexes, à se poser des questions de sciences, à imaginer des réponses pertinentes, à concevoir des expériences et à exploiter les résultats obtenus. Cette forme d'apprentissage permet le développement de l'autonomie de l'élève et du travail en équipe tout en renforçant les compétences liées à la démarche scientifique.

En classe de première, les compétences mises en œuvre dans les différentes phases de la conduite du projet sont développées progressivement en prenant appui sur plusieurs mini-projets ou études de cas. En classe de terminale, un projet d'équipe est conduit par les élèves avec une plus grande autonomie. Les élèves sont amenés à prendre en compte les nécessités environnementales, économiques, technologiques et sociétales. Ils identifient la disponibilité des ressources de l'établissement, complétées éventuellement par des rencontres avec des chercheurs, des industriels, des visites de sites, voire des études de procédés *in situ*. Cette démarche est l'occasion d'une ouverture sur le monde de l'entreprise et des métiers associés.

Accompagner les élèves dans la réalisation de leur projet conduit à identifier les capacités travaillées et ainsi à leur donner des éléments d'autoévaluation. Ceux-ci servent aussi de support pour l'évaluation du projet.

Une phase d'appropriation conduit les élèves à rechercher et à organiser l'information, à cerner le champ d'étude et à le simplifier pour énoncer une problématique, identifier les enjeux d'un cahier des charges proposé ou se fixer pour objectif la réalisation d'une production concrète. En fonction de l'évolution du projet, cette phase peut être réactivée à différents moments.

Pour conduire leur étude, les élèves formulent des hypothèses, proposent une stratégie de résolution, planifient les phases du projet et organisent leur travail qui s'appuie nécessairement sur une phase expérimentale.

La phase de réalisation du protocole expérimental est une étape importante : elle conduit l'élève à mettre en œuvre les procédures retenues en respectant les conditions de sécurité adaptées mais aussi à analyser avec esprit critique les résultats obtenus.

La rédaction d'une note concise permet à chaque élève d'analyser la démarche engagée et de confronter les résultats obtenus aux objectifs initiaux.

La présentation orale conduit les élèves à exposer leurs travaux, à argumenter et à justifier leurs choix lors d'échanges avec les autres élèves.

Les éléments présentés ci-dessus ne constituent pas un canevas qui s'appliquerait de manière systématique, en particulier en classe de première pendant laquelle les élèves travaillent sur plusieurs études de cas ou mini-projets. Pour assurer la progressivité de la formation, chaque situation proposée aux élèves permet de travailler un nombre limité de capacités bien identifiées pour former à la démarche de projet.

Physique-chimie et mathématiques

Classe de première, voie technologique, série
STL, enseignement de spécialité

Sommaire

Introduction générale	3
Programme de physique-chimie	4
■ <i>Objectifs de formation</i>	4
■ <i>Organisation des programmes</i>	5
■ <i>Les compétences de la démarche scientifique</i>	5
■ <i>Repères pour l'enseignement</i>	6
■ <i>Mesure et incertitudes</i>	6
■ <i>Constitution de la matière</i>	8
■ <i>Transformation chimique de la matière</i>	10
■ <i>Mouvements et interactions</i>	12
■ <i>Ondes et signaux</i>	14
Programme de mathématiques	17
■ <i>Intentions majeures</i>	17
■ <i>Géométrie dans le plan</i>	17
■ <i>Analyse</i>	19

Introduction générale

L'enseignement de spécialité physique-chimie et mathématiques vise à donner aux élèves une formation scientifique solide les préparant à des poursuites d'études dans les domaines des sciences appliquées ou de la production, notamment en instituts universitaires de technologie et en sections de techniciens supérieurs mais aussi en classes préparatoires (TB, TSI et TPC) et dans certaines filières de l'université.

Si les disciplines qui composent cet enseignement de spécialité ont chacune leurs enjeux propres, le programme qui suit donne une cohérence et une unité à l'ensemble. Les modes de pensée spécifiques à chaque champ disciplinaire s'acquièrent au travers d'un corpus limité de savoirs, savoir-faire et méthodes qui trouvent leur efficacité lors de l'étude de problèmes communs sur lesquels les différentes disciplines apportent des éclairages complémentaires.

Les professeurs de physique-chimie et de mathématiques s'attachent à travailler conjointement les notions qui se prêtent à un croisement fructueux, notamment celles qui sont signalées dans le texte du programme. Il est en effet essentiel d'organiser des passerelles pédagogiques afin que les apports de chacune de ces deux disciplines puissent enrichir la compréhension de concepts communs et l'assimilation de méthodes partagées.

C'est notamment le cas du calcul infinitésimal (dérivée et primitive) où il est essentiel de préciser les démarches à l'œuvre dans les calculs menés avec des variations Δx ou Δt très petites mais finies et leurs liens avec les résultats acquis par passage à la limite. Il importe notamment d'adopter des notations parlantes et concertées. Cela nécessite un travail pédagogique commun des deux professeurs. De même, l'approche statistique des incertitudes de mesure ou encore la modélisation du travail d'une force par le produit scalaire appellent une réelle collaboration des deux professeurs.

Les contenus et méthodes abordés dans l'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques sont suffisamment riches pour permettre aux élèves de conduire des projets variés en vue de l'épreuve orale terminale du baccalauréat.

Programme de physique-chimie

■ Objectifs de formation

Dans la continuité de la classe de seconde générale et technologique, le programme de physique-chimie de la classe de première STL vise à former aux méthodes et démarches scientifiques en mettant particulièrement en avant la **pratique expérimentale** et l'activité de **modélisation**. L'objectif est triple :

- donner une vision authentique de la physique et de la chimie ;
- permettre de poursuivre des études supérieures scientifiques et technologiques dans de nombreux domaines ;
- transmettre une culture scientifique et ainsi permettre aux élèves de faire face aux évolutions scientifiques et technologiques qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles.

Le programme accorde une place importante aux **concepts** et en propose une approche concrète et **contextualisée**. Il porte l'ambition de permettre aux élèves d'accéder à une compréhension fine des phénomènes abordés et de leur faire percevoir la portée unificatrice et universelle des lois de la physique-chimie. La démarche de **modélisation** occupe une place centrale en physique-chimie pour établir un lien entre les objets, les expériences et les faits d'une part, et les modèles et les théories d'autre part. Une telle approche, dans laquelle le **raisonnement** occupe une place importante, permet de construire une image à la fois fidèle et motivante de ce qu'est un enseignement de physique et de chimie dans une formation post-baccalauréat. L'enseignement apporte certains éléments constitutifs de cette démarche, tels que : simplifier la situation initiale ; établir des liens entre des grandeurs ; choisir un modèle adapté pour expliquer des faits ; procéder à des prévisions et les confronter aux faits ; exploiter des analogies pertinentes ; recourir à une simulation pour expérimenter sur un modèle ; réaliser des mesures et estimer leur précision ; analyser et critiquer un protocole de mesure ; choisir, concevoir et mettre en œuvre un dispositif expérimental pour tester une loi, vérifier une prévision issue d'un modèle, mesurer une grandeur.

Autre composante essentielle de la formation scientifique, la **pratique expérimentale** joue un rôle fondamental dans l'enseignement de la physique et de la chimie. Elle établit un rapport critique avec le monde réel, où les observations et les résultats des expériences sont parfois déroutants, où chaque geste demande à être analysé et maîtrisé, où les mesures permettent de déterminer des valeurs de grandeurs avec une incertitude qu'il faut pouvoir évaluer au mieux. La maîtrise de la précision dans le contexte des activités expérimentales participe à l'éducation des élèves à la construction d'une vision critique des informations données sous forme numérique, et permet de les confronter à une norme, étape indispensable à l'évaluation des risques et à la prise de décision.

La formation scientifique nécessite la maîtrise d'outils de programmation, de codage et de traitements de données. Les programmes de physique-chimie sont l'occasion d'exploiter ces outils et de développer les compétences des élèves dans ce domaine.

■ Organisation des programmes

Une attention particulière est portée à la continuité avec les enseignements de la classe de seconde générale et technologique. Ainsi le programme de première est structuré autour des quatre thèmes : « Constitution de la matière », « Transformation chimique de la matière », « Mouvement et interactions » et « Ondes et signaux ». Les aspects énergétiques seront principalement abordés en classe de terminale. Ces thèmes permettent un dialogue fructueux avec les autres disciplines scientifiques et en particulier les mathématiques. Ainsi les notions de nombre dérivé, de fonction dérivée et de produit scalaire se trouvent réinvesties dans l'enseignement de la physique-chimie. D'autre part cet enseignement étant commun aux élèves qui suivent les spécialités de biotechnologies et de sciences physiques et chimiques en laboratoire, les concepts introduits dans les quatre thèmes du programme trouvent leurs applications dans les domaines de la biologie-biochimie et des biotechnologies.

Dans l'écriture des programmes, chaque thème comporte plusieurs parties, chacune d'elles présente une introduction spécifique indiquant les objectifs de formation. Cette introduction est complétée par un tableau en deux colonnes identifiant, d'une part, les notions et contenus à connaître et, d'autre part, les capacités exigibles dans lesquelles sont précisées les capacités expérimentales. Par ailleurs, les notions mathématiques et les capacités numériques associées aux notions et contenus sont mentionnées ; le langage de programmation conseillé est le langage Python. L'organisation du programme n'impose pas la progression pédagogique qui relève de la liberté pédagogique du professeur.

■ 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 seront 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
S'approprier	<ul style="list-style-type: none">– Énoncer une problématique– Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée– Représenter la situation par un schéma
Analyser/ Raisonnement	<ul style="list-style-type: none">– Formuler des hypothèses– Proposer une stratégie de résolution– Planifier des tâches– Évaluer des ordres de grandeur– Choisir un modèle ou des lois pertinentes– Choisir, élaborer, justifier un protocole– Faire des prévisions à l'aide d'un modèle– Procéder à des analogies
Réaliser	<ul style="list-style-type: none">– Mettre en œuvre les étapes d'une démarche– Utiliser un modèle

	<ul style="list-style-type: none"> – Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données etc.) – Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité
Valider	<ul style="list-style-type: none"> – Faire preuve d’esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance – Identifier des sources d’erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence – Confronter un modèle à des résultats expérimentaux – Proposer d’éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	<p>À l’écrit comme à l’oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés – Échanger entre pairs

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 est aussi l’occasion de développer le travail d’équipe et d’aborder avec les élèves 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

Dans le cadre de la mise en œuvre du programme de physique-chimie de la classe de première STL, le professeur est invité à privilégier la mise en activité des élèves, à valoriser **l’approche expérimentale**, à contextualiser les apprentissages, à procéder régulièrement à des **synthèses** pour structurer les savoirs et savoir-faire pour ensuite les appliquer dans des contextes différents et à tisser des liens avec les autres enseignements notamment les mathématiques, la biochimie-biologie et la biotechnologie. Dès que l’occasion le permet, une mise en perspective de ces savoirs avec **l’histoire des sciences** et **l’actualité scientifique** est à mettre en œuvre.

Les évaluations, variées dans leurs formes et dans leurs objectifs, valorisent les compétences différentes de chaque élève. Une identification claire des attendus favorise l’autoévaluation des élèves.

■ Mesure et incertitudes

La pratique de laboratoire conduit à confronter les élèves à la conception, la mise en œuvre et l’analyse critique de protocoles de mesures. Évaluer l’incertitude d’une mesure, caractériser la fiabilité et la validité d’un protocole, sont des éléments essentiels de la formation dans la série sciences et technologies de laboratoire. Ces notions, transversales au programme de physique-chimie, sont abordées en prenant appui sur le contenu de chacun des modules des enseignements de spécialité du programme du cycle terminal.

En complément du programme de la classe de seconde générale et technologique, celui de la classe de première STL introduit l’identification des sources d’erreurs ainsi que les notions de justesse et fidélité

d'une mesure. L'approche statistique et l'évaluation de l'incertitude associée (type A) sont complétées par l'introduction de la notion de répétabilité. L'évaluation de type B d'une incertitude-type est abordée dans le cas d'une mesure effectuée avec un instrument de mesure dont les caractéristiques sont données.

La différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence, si elle existe, est appréciée en l'évaluant en nombre d'incertitudes-types.

Notions et contenu	Capacités exigibles
<p>Sources d'erreurs.</p> <p>Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.</p> <p>Justesse et fidélité.</p> <p>Dispersion des mesures, incertitude-type sur une série de mesures.</p> <p>Incertitude-type sur une mesure unique.</p> <p>Expression du résultat.</p> <p>Valeur de référence.</p> <p>Notion mathématique : Écart-type d'une série statistique (programme de la classe de seconde)</p>	<p>Identifier les principales sources d'erreurs lors d'une mesure.</p> <p>Exploiter des séries de mesures indépendantes (histogramme, moyenne et écart-type) pour comparer plusieurs méthodes de mesure d'une grandeur physique, en termes de justesse et de fidélité.</p> <p>Procéder à une évaluation de type A d'une incertitude-type.</p> <p>Procéder à une évaluation de type B d'une incertitude-type pour une source d'erreur en exploitant une relation fournie et/ou les notices constructeurs.</p> <p>Exprimer un résultat de mesure avec le nombre de chiffres significatifs adaptés et l'incertitude-type associée.</p> <p>Discuter de la validité d'un résultat en comparant la différence entre le résultat d'une mesure et la valeur de référence d'une part et l'incertitude-type d'autre part.</p> <p>Capacités numériques : À l'aide d'un tableur ou d'un programme informatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - traiter des données expérimentales, - représenter les histogrammes associés à des séries de mesures.

■ Constitution de la matière

De la structure spatiale des espèces chimiques à leurs propriétés physiques

Les schémas de Lewis, déjà abordés en classe de seconde, sont exploités afin de prévoir la géométrie de molécules ou d'ions constitués d'éléments des trois premières lignes de la classification périodique, dans le cadre de la théorie VSEPR. Ce premier modèle permet d'interpréter certaines propriétés physiques des espèces chimiques, avec des allers-retours entre l'échelle macroscopique et l'échelle microscopique.

Une attention particulière est accordée aux molécules organiques afin de familiariser les élèves avec des molécules rencontrées notamment en biochimie-biologie et leurs différentes représentations.

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Schéma de Lewis d'une molécule ou d'un ion.</p> <p>Théorie VSEPR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Interpréter ou établir le schéma de Lewis de molécules ou d'ions contenant des doublets liants, doublets non-liants, doubles liaisons, triples liaisons. – Utiliser la théorie VSEPR pour déterminer la géométrie d'espèces de formules chimiques AX_nE_m, avec n+m ≤ 4, l'atome central étant donné. – Écrire des formes mésomères des ions nitrate et carbonate pour interpréter leur géométrie. <p>Capacité numérique : utiliser un logiciel de représentation moléculaire pour visualiser une molécule.</p>
<p>Électronégativité, liaison covalente polarisée.</p> <p>Polarité d'une molécule.</p> <p>Liaisons intermoléculaires.</p> <p>Lien entre structure et propriétés physiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Représenter les charges partielles localisées sur les atomes d'une liaison covalente en utilisant des valeurs d'électronégativité tabulées. – Relier la polarité éventuelle d'une molécule et sa géométrie. – Définir et identifier les liaisons hydrogène et de Van der Waals ; représenter les liaisons hydrogène. – Connaître et comparer les ordres de grandeur des énergies des liaisons intermoléculaires et covalentes. – Interpréter ou classer qualitativement les valeurs des températures ou des énergies de changement d'état d'espèces chimiques en comparant leurs structures.
<p>Formules chimiques de molécules organiques : chaîne carbonée, groupe caractéristique.</p> <p>Isomérie.</p> <p>Représentation de Cram.</p> <p>Conformations.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Écrire les formules développées, semi-développées et topologiques de molécules organiques. – Repérer les groupes caractéristiques dans une formule chimique donnée. – Identifier des isomères de chaîne, de position ou de fonction. – Dessiner la représentation de Cram de différents conformères non cycliques. <p>Capacités expérimentales/numériques : construire, à partir de modèles moléculaires ou à l'aide d'un logiciel de représentation, différentes conformations d'une même molécule.</p>

Fonction chimique. Nomenclature de molécules organiques. Acide α -aminé, acide gras.	<ul style="list-style-type: none"> – Associer les fonctions alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique et amine à un groupe caractéristique. – Associer le nom d'une molécule organique non cyclique à sa formule semi-développée. – Identifier et représenter un acide α-aminé et un acide gras.
Atome de carbone asymétrique. Énantiométrie.	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier un atome de carbone asymétrique. – Définir une relation d'énantiométrie. – Dessiner la représentation de Cram de deux énantiomères. <p>Capacités expérimentales/numériques : reconnaître deux énantiomères dans le cas d'un seul atome de carbone asymétrique, à partir de modèles moléculaires ou à l'aide d'un logiciel de représentation.</p>

Solvants et solutés

<p>Cette partie aborde la notion de concentration, exprimée en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; les notions de concentration (en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$), de solvant et de soluté ayant été vues en seconde. L'accent est mis sur les gestes expérimentaux. Les phénomènes qui influent sur la dissolution d'une espèce chimique dans un solvant sont décrits, en réinvestissant les notions de liaisons intermoléculaires, tout en conservant une approche expérimentale.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Isotopes. Masse molaire.	<ul style="list-style-type: none"> – Déterminer la composition du noyau des isotopes d'un élément chimique à partir du nombre de masse A et du numéro atomique Z. – Déterminer la valeur de la masse molaire d'un élément chimique à partir de sa composition isotopique. – Déterminer la valeur de la masse molaire d'une espèce chimique à partir de sa formule brute.
Masse volumique, densité, pureté. Quantité de matière. Concentration Dilution.	<ul style="list-style-type: none"> – Déterminer la masse d'un échantillon liquide ou solide à partir de sa densité ou de sa masse volumique. – Déterminer une quantité de matière à partir du volume ou de la masse d'un solide ou d'un liquide en tenant compte de sa pureté. – Connaître et exploiter l'expression de la concentration en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ d'une espèce moléculaire ou ionique dissoute. <p>Capacité expérimentale : réaliser une gamme étalon par dilution.</p>
Solvants usuels. Dissolution d'une espèce moléculaire ou ionique ; bilan de matière.	<ul style="list-style-type: none"> – Citer et identifier des solvants polaires et apolaires usuels. – Décrire la dissolution d'une espèce ionique ou moléculaire en faisant intervenir les liaisons intermoléculaires entre soluté et solvant. – Modéliser par une équation de réaction la dissolution d'une espèce solide moléculaire ou ionique. – Effectuer un bilan de matière lors de la dissolution totale d'une espèce solide ionique.

	Capacité expérimentale : préparer une solution aqueuse de concentration donnée par dissolution ou dilution.
Solubilité. Solution saturée. Influence du pH et de la température.	<ul style="list-style-type: none"> – Définir la solubilité molaire et massique d'une espèce chimique. – Exploiter des données sur la solubilité pour établir qu'une solution est saturée ou non. – Relier la solubilité d'une espèce chimique dans l'eau ou dans un solvant organique à sa structure en utilisant les termes : hydrophile, hydrophobe, lipophile, lipophobe, amphiphile. – Comparer les solubilités d'une espèce chimique dans l'eau ou dans un solvant organique en analysant les structures du soluté et des solvants. – Interpréter qualitativement l'influence du pH sur la solubilité d'une espèce chimique dans l'eau. <p>Capacité expérimentale : mettre en œuvre un protocole pour étudier l'influence du pH et de la température sur la solubilité d'une espèce chimique.</p>

■ Transformation chimique de la matière

Réactions acido-basiques en solution aqueuse

Le caractère acide ou basique des solutions aqueuses par mesure du pH est connu depuis le collège. Le concept de couple acide/base est présenté en utilisant le modèle de Brønsted du transfert de proton. La notion de transformation chimique non totale, appliquée aux réactions acido-basiques, est abordée à partir de la mesure de pH. Le pKa d'un couple acide/base est introduit expérimentalement et sa valeur ainsi déterminée permet de définir les domaines de prédominance. Les milieux tampons, omniprésents en biologie, sont présentés à travers les propriétés des solutions tampons.	
Notions et contenus	Capacités exigibles
Acides et bases. Couple acide/base. Solutions acides et basiques.	<ul style="list-style-type: none"> – Définir un acide comme un donneur de proton et une base comme un accepteur de proton, en utilisant le schéma de Lewis de l'espèce considérée. – Identifier l'acide et la base dans un couple donné. – Prévoir le sens d'évolution du pH d'une solution aqueuse par dilution. <p>Capacité expérimentale : étalonner un pH-mètre et mesurer un pH.</p>
Acides et bases usuels.	<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et écrire les formules chimiques de quelques espèces usuelles tels que les acides forts (chlorhydrique, nitrique, sulfurique), les acides faibles (phosphorique, éthanoïque, dioxyde de carbone en solution aqueuse, ion ammonium), les bases fortes (soude ou hydroxyde de sodium, potasse ou hydroxyde de potassium) et les bases faibles (ammoniac, ion carbonate, ion phosphate).

<p>pH en solution aqueuse.</p> <p>Acides forts, bases fortes.</p> <p>Acides faibles, bases faibles.</p> <p>Autoprotolyse de l'eau ; constante d'autoprotolyse de l'eau.</p> <p>pKa d'un couple acide-base ; domaines de prédominance.</p> <p>Solutions tampons.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Connaître la relation $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$ et l'utiliser pour estimer la valeur du pH ou de la concentration en ions H_3O^+. – Écrire l'équation de la réaction totale d'un acide fort ou une base forte avec l'eau en utilisant le symbolisme de la simple flèche. – Écrire l'équation de la réaction non totale d'un acide faible ou une base faible avec l'eau en utilisant le symbolisme de la double flèche. – Recenser les espèces spectatrices. <p>Capacité expérimentale : mesurer le pH d'une solution aqueuse d'un acide ou d'une base pour en apprécier le caractère fort ou faible.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Écrire l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau. – Connaître la relation $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-]$ et la valeur de K_e à 25 °C pour en déduire le pH de l'eau pure. – Définir le pKa d'un couple acide/base comme étant le pH d'une solution équimolaire d'acide faible et de base faible conjugués. – Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide/base en fonction du pH du milieu et du pKa du couple, notamment dans le cas des acides α-aminés. – Citer les propriétés d'une solution tampon. <p>Capacité expérimentale : préparer une solution tampon par mélange de solutions d'un acide et de sa base conjuguée.</p>
---	--

Cinétique d'une réaction chimique

<p>Certaines transformations chimiques sont tellement rapides qu'elles paraissent instantanées, d'autres sont suffisamment lentes pour permettre la mesure de la vitesse de transformation d'un réactif ou de formation d'un produit. L'objectif de cette partie est de caractériser ces vitesses de transformation ou de formation. Le temps de demi-réaction permet d'estimer la durée d'une transformation chimique modélisée par une réaction unique. L'effet d'un catalyseur est observé expérimentalement, notamment dans le domaine biologique.</p>	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Vitesse d'apparition d'un produit, vitesse de disparition d'un réactif.</p> <p>Temps de demi-réaction.</p> <p>Notion mathématique : nombre dérivé.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Définir les vitesses de disparition d'un réactif et d'apparition d'un produit. <p>Capacité expérimentale : suivre l'évolution temporelle de la concentration d'un réactif ou d'un produit pour déterminer la valeur de la vitesse d'apparition d'un produit ou de disparition d'un réactif en estimant la valeur du nombre dérivé en un point de la courbe d'évolution.</p> <p>Capacité numérique : utiliser un tableur pour déterminer la valeur approchée d'un nombre dérivé à partir de données expérimentales.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Estimer un temps de demi-réaction en exploitant une courbe ou un tableau de valeurs (temps, concentration).

Facteurs cinétiques. Catalyse homogène, hétérogène et enzymatique.	<ul style="list-style-type: none"> – Exploiter des données expérimentales pour mettre en évidence l'influence de la température ou des concentrations des réactifs sur la vitesse de disparition ou d'apparition. – Définir un catalyseur et l'identifier dans une transformation chimique. – Qualifier la nature de la catalyse.
---	--

■ Mouvements et interactions

Cette partie s'inscrit dans la continuité des programmes de seconde avec l'ambition de conforter la démarche de modélisation à laquelle se prête bien la mécanique en se limitant au modèle du point matériel. Tout en renforçant les acquis de seconde concernant la relation entre position et vitesse, le programme introduit la notion d'accélération en se limitant à des mouvements rectilignes. On attend des élèves qu'ils soient en mesure d'estimer la vitesse d'un objet à partir d'un relevé de positions ou d'estimer l'accélération à partir d'un relevé de vitesses. On attend également qu'ils déterminent la position d'un objet à partir de sa vitesse (et respectivement sa vitesse à partir de son accélération) en travaillant par intervalles de temps suffisamment petits. C'est l'occasion de construire des liens avec les mathématiques autour de la notion de nombre dérivé.

La deuxième partie qui porte sur les interactions a pour objectifs d'exploiter le principe d'inertie et d'utiliser la seconde loi de Newton en associant une variation de vitesse (en valeur et / ou en direction) à une force résultante non nulle. Il est précisé aux élèves que les lois de Newton ne sont valables que dans un référentiel galiléen mais l'identification d'un référentiel galiléen n'est pas exigible. On s'intéresse ensuite aux objets en mouvement de chute verticale avec ou sans force de frottement fluide. L'objectif est triple : à partir d'observations expérimentales, identifier les effets des forces de frottement sur une chute, confronter les résultats au modèle de la chute libre, estimer des ordres de grandeurs avant de chercher à modéliser une situation.

Enfin, l'approche énergétique ne concerne que les mouvements rectilignes avec ou sans force de frottement fluide. L'objectif est d'estimer des puissances moyennes à fournir pour accélérer un objet, ou le maintenir à vitesse constante alors qu'il existe des forces de frottements fluides. Cette partie prépare l'introduction de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique en terminale.

Si la rédaction est centrée sur les notions et méthodes de la mécanique il ne s'agit cependant pas d'en proposer une présentation décontextualisée. Les supports de travail sont nombreux et appartiennent à des domaines aussi variés que les transports, l'aéronautique, l'exploration spatiale, la biophysique, le sport, la géophysique, la planétologie, l'astrophysique ou encore l'histoire des sciences.

Mouvements

Notions et contenus	Capacités exigibles
Notion de référentiel. Vitesse moyenne.	<ul style="list-style-type: none"> – Choisir un référentiel d'étude. – Estimer des ordres de grandeurs de valeurs de vitesses et d'accélération dans des situations de la vie courante.

<p>Coordonnées du vecteur vitesse : $v_x = \frac{dx}{dt}$ et $v_y = \frac{dy}{dt}$.</p> <p>Accélération.</p> <p>Loi horaire, trajectoire.</p> <p>Notions mathématiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – coordonnées cartésiennes d'un vecteur ; – nombre dérivé ; – fonction dérivée ; – calcul approché d'une primitive par la méthode d'Euler. 	<ul style="list-style-type: none"> – Faire le lien entre la vitesse moyenne obtenue à partir des mesures de positions et la vitesse associée au nombre dérivé. – Citer et exploiter la relation entre les coordonnées de la position et celles du vecteur vitesse. – Exploiter la relation entre vitesse et accélération dans le cas d'un mouvement rectiligne à accélération constante. – Exploiter une loi de vitesse donnée en fonction du temps pour construire une approximation des positions par incréments de temps. Expliquer l'influence de la valeur des incréments de temps. <p>Capacité expérimentale : mesurer la vitesse d'un objet.</p> <p>Capacités numériques : dans le cas d'un mouvement plan, utiliser un tableur, un logiciel ou un programme informatique pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Représenter graphiquement l'évolution temporelle des coordonnées de position et la trajectoire à partir d'un tableau de valeurs de positions ; – Calculer les coordonnées du vecteur vitesse à partir d'un tableau de valeurs de positions ; – Calculer les positions successives à partir d'un tableau de valeurs de vitesses.
---	---

Interactions

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Notion de référentiel galiléen.</p> <p>Actions mécaniques sur un objet en mouvement.</p> <p>Lois de Newton.</p> <p>Notions mathématiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – addition de vecteurs ; – projection orthogonale d'un vecteur sur un axe. 	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier et caractériser des actions mécaniques sur un objet. – Modéliser une action mécanique par une force. – Établir un bilan de forces. – Effectuer un bilan quantitatif de forces pour un système à l'équilibre ou en mouvement rectiligne uniforme. – Dans le cas d'un mouvement plan, utiliser la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées au système : <ul style="list-style-type: none"> – pour en déduire une estimation de la variation de vitesse sur un intervalle de temps, les forces appliquées au système étant connues ; – pour en déduire une estimation des forces appliquées au système, le comportement cinématique étant connu. – Citer et exploiter la seconde loi de Newton dans le cas d'un mouvement rectiligne.
<p>Exemples de forces s'exerçant sur un objet en mouvement :</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Citer et exploiter l'expression du poids et de la force d'interaction gravitationnelle.

<ul style="list-style-type: none"> - poids ; - force d'interaction gravitationnelle ; - poussée d'Archimède ; - force de frottement fluide ; - force exercée par un support. <p>Notion mathématique : primitives des polynômes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exploiter l'expression de la poussée d'Archimède et de forces de frottement. - Estimer l'ordre de grandeur des forces en présence et les comparer. - Caractériser un mouvement de chute libre verticale. - Établir la loi d'évolution de la vitesse et de la position en fonction du temps dans le cas du modèle de la chute libre verticale. - Exploiter des résultats expérimentaux pour expliquer l'effet d'un frottement et de la poussée d'Archimède sur une chute verticale en les confrontant au modèle de la chute libre. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre un protocole pour confronter des résultats expérimentaux au modèle de la chute libre. - Mettre en œuvre un protocole pour mesurer une force de frottement fluide et en déduire la viscosité du fluide.
Aspects énergétiques	
Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Énergie cinétique.</p> <p>Transfert d'énergie par travail mécanique.</p> <p>Puissance moyenne.</p> <p>Notions mathématiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - produit scalaire ; - projection orthogonale d'un vecteur sur un axe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Citer et exploiter les relations définissant l'énergie cinétique et le travail d'une force constante lors d'un mouvement rectiligne. - Associer une variation d'énergie cinétique au travail des forces. - Citer et exploiter la relation entre travail et puissance moyenne. - Estimer une puissance moyenne nécessaire pour : <ul style="list-style-type: none"> - modifier la valeur d'une vitesse sur une durée donnée ; - maintenir une vitesse constante en présence de frottements.

■ Ondes et signaux

Ondes mécaniques

Cette partie permet de consolider les notions abordées dans le programme de seconde et au collège concernant l'acoustique. La notion d'onde progressive est abordée, elle sera approfondie en terminale.

L'approche expérimentale est privilégiée avec l'utilisation de capteurs, de microcontrôleurs, de logiciels d'analyse ou de simulation d'un signal sonore.

Notions ou contenus	Capacités exigibles
Ondes mécaniques : ondes progressives à une dimension.	<ul style="list-style-type: none"> – Citer des exemples d'ondes mécaniques progressives. – Distinguer une onde longitudinale d'une onde transversale. – Représenter graphiquement, à différents instants, l'état d'un système parcouru par une onde. – Exploiter la relation entre le retard, la distance et la célérité.
Ondes sonores et ultrasonores ; propagation. Notions mathématiques : fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer qu'un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'une onde sonore. – Associer une onde sonore ou ultrasonore à la propagation d'une vibration du milieu et d'une pression acoustique. – Définir les grandeurs physiques associées à une onde mécanique sinusoïdale : célérité, amplitude, période, fréquence, longueur d'onde. – Citer et exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et période ou fréquence. – Citer l'ordre de grandeur de la célérité du son dans un gaz, un liquide et un solide. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mesurer la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde sonore ou ultrasonore. – Déterminer expérimentalement des distances à partir de la mesure d'un temps de vol d'une onde sonore ou ultrasonore.
Niveau d'intensité sonore ; audition. Risque auditif.	<ul style="list-style-type: none"> – Citer deux grandeurs influençant la perception sensorielle : le niveau sonore et la fréquence d'un son. – Citer le domaine des fréquences audibles. – Exploiter une courbe audiométrique de l'oreille humaine. – Identifier des situations d'exposition au risque auditif. <p>Capacité expérimentale : mesurer un niveau d'intensité sonore en décibel (dB).</p>

Ondes électromagnétiques

Cette partie introduit la notion d'onde électromagnétique, à partir des ondes lumineuses. Les différents types d'ondes électromagnétiques et leurs utilisations sont balayés. L'exploitation de spectres de différentes sources lumineuses permet d'illustrer les principales techniques de production de la lumière.

Le modèle corpusculaire de la lumière est également introduit afin d'aborder l'interaction lumière – matière et l'interprétation des spectres de raies. Les propriétés du laser sont mises en évidence expérimentalement.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Ondes électromagnétiques. Modèle ondulatoire de la lumière.	<ul style="list-style-type: none"> – Énoncer qu'une onde électromagnétique peut se propager dans le vide. – Citer la valeur de la célérité de la lumière dans le vide ou l'air.

	<ul style="list-style-type: none"> – Définir les grandeurs physiques associées à une onde électromagnétique sinusoïdale : amplitude, période, fréquence, longueur d'onde, célérité. – Citer et exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et fréquence.
<p>Spectre des ondes électromagnétiques ; rayonnements gamma, X, UV, visible, IR, micro-ondes, ondes radio.</p> <p>Sources lumineuses.</p> <p>Spectres d'émission et spectres d'absorption.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d'onde dans le vide. – Citer les ordres de grandeur des longueurs d'onde limites du spectre visible. – Citer des domaines d'utilisation des différents types d'ondes électromagnétiques. – Caractériser différentes sources lumineuses à l'aide de leur spectre : laser, LED, lampe à incandescence, lampe spectrale etc. – Distinguer spectres d'émission et spectres d'absorption, spectres continus et spectres de raies. <p>Capacités expérimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre un protocole pour observer le spectre de différentes sources lumineuses. – Mettre en œuvre un protocole pour observer un spectre d'absorption d'une solution.
<p>Photon, énergie d'un photon.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. – Citer et exploiter la relation entre l'énergie d'un photon et la fréquence de l'onde. – Classer les ondes électromagnétiques selon l'énergie du photon. – Interpréter et exploiter la présence de raies dans un spectre à l'aide de données tabulées.

Programme de mathématiques

■ Intentions majeures

En étroite articulation avec le programme de mathématiques du tronc commun qu'il permet à la fois de compléter et d'approfondir, le programme de mathématiques de l'enseignement de spécialité physique chimie et mathématiques est organisé autour de deux thèmes : géométrie dans le plan et analyse. Il vise deux objectifs :

- permettre l'acquisition de connaissances et le développement de compétences mathématiques immédiatement utiles pour la physique, la chimie et les biotechnologies (produit scalaire, fonctions trigonométriques, dérivées, techniques et automatismes de calcul) ;
- développer des capacités d'abstraction, de raisonnement et d'analyse critique dont le rôle est essentiel dans la réussite d'études supérieures.

Les activités menées en lien avec la physique-chimie donnent l'occasion de développer plus particulièrement les compétences « modéliser » et « représenter ».

■ Géométrie dans le plan

Trigonométrie

Contenus

- Cercle trigonométrique, radian.
- Mesures d'un angle orienté, mesure principale.
- Fonctions circulaires sinus et cosinus : périodicité, variations, parité. Valeurs remarquables en $0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}, \pi$.
- Fonctions $t \mapsto A\cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A\sin(\omega t + \varphi)$: amplitude, périodicité, phase à l'origine, courbes représentatives.

Capacités attendues

- Effectuer des conversions de degré en radian, de radian en degré.
- Résoudre, par lecture sur le cercle trigonométrique, des équations du type $\cos(x) = a$ et $\sin(x) = a$.
- Connaître et utiliser les relations entre sinus et cosinus des angles associés : $x ; -x ; \pi - x ; \pi + x ; \frac{\pi}{2} - x ; \frac{\pi}{2} + x$.
- Utiliser ces relations pour justifier les propriétés de symétrie des courbes des fonctions circulaires.

Commentaires

- On vise une bonne familiarisation des élèves avec les fonctions trigonométriques, en appui sur le cercle trigonométrique.

- Les élèves sont entraînés à mémoriser certains résultats sous forme d’images mentales basées sur le cercle trigonométrique.
- En lien avec la physique, on utilise le vocabulaire « phase instantanée » pour désigner l’expression $(\omega t + \varphi)$ et « phase à l’origine » pour le paramètre φ .

Liens avec l’enseignement de physique-chimie

Grandeurs physiques associées à une onde mécanique sinusoïdale : amplitude, période, fréquence.

Produit scalaire

Contenus

- Définition géométrique : si \vec{u} et \vec{v} sont non nuls alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos(\theta)$ où θ est une mesure de l’angle entre \vec{u} et \vec{v} ; si \vec{u} ou \vec{v} est nul alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$.
- Projection orthogonale d’un vecteur sur un axe.
- Interprétation du produit scalaire en termes de projections orthogonales (du vecteur \vec{u} sur l’axe dirigé par \vec{v} ou du vecteur \vec{v} sur l’axe dirigé par \vec{u}).
- Expressions, dans une base orthonormée, du produit scalaire de deux vecteurs, de la norme d’un vecteur.
- Propriétés du produit scalaire : bilinéarité, symétrie.
- Caractérisation de l’orthogonalité.
- Théorème d’Al Kashi, égalité du parallélogramme.

Capacités attendues

- Calculer la projection d’un vecteur sur un axe.
- Interpréter $\|\vec{u}\| \cos(\theta)$ en termes de projection.
- Utiliser un produit scalaire pour démontrer l’orthogonalité de deux vecteurs, pour calculer un angle non orienté.
- Utiliser un produit scalaire pour calculer des longueurs.

Commentaires

- Les situations de géométrie repérée sont uniquement traitées dans un repère orthonormé.
- Le théorème d’Al Kashi est présenté comme une généralisation du théorème de Pythagore.

Liens avec l’enseignement de physique-chimie

L’étude du travail d’une force lors d’un mouvement rectiligne permet de réinvestir la notion de produit scalaire et de projection d’un vecteur sur un axe. On démontre que le travail d’une force perpendiculaire à la trajectoire est nul ou encore que le travail de la force résultante est la somme des travaux des forces en présence (illustration de la propriété de bilinéarité du produit scalaire).

■ Analyse

Dérivées

Contenus

Point de vue local

- Notations : $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$, $\frac{dy}{dx}(x_0)$, $\frac{df}{dx}(x_0)$, $f'(x_0)$.
- Approximation affine d'une fonction au voisinage d'un point.

Point de vue global

Calcul des dérivées :

- d'une somme, d'un produit, de l'inverse, d'un quotient ;
- de $x \mapsto x^n$ pour n entier naturel non nul ; $x \mapsto \frac{1}{x}$;
- d'un polynôme ;
- des fonctions cosinus et sinus ;
- de $x \mapsto f(ax+b)$, $t \mapsto A\cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A\sin(\omega t + \varphi)$.

Capacités attendues

- Utiliser les différentes notations du taux de variation et du nombre dérivé en un point.
- Effectuer des calculs approchés à l'aide de l'approximation affine en un point.
- Calculer une fonction dérivée.
- Étudier le sens de variation d'une fonction.

Commentaires

- Pour la fonction $x \mapsto x^n$, on généralise les résultats étudiés pour $n = 2$ et $n = 3$ dans le cadre de l'enseignement commun.
- On fait remarquer la forme unifiée de l'expression de la dérivée de $x \mapsto x^n$ pour $n \geq -1$ comme moyen mnémotechnique.
- Pour la dérivée d'un produit, on présente le principe de la démonstration à partir du taux de variation.
- Le résultat pour le quotient est admis à ce stade. Il pourra être démontré en terminale à partir de la composition.

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

- Si la relation $y = f(x)$ traduit une dépendance entre deux grandeurs, les notations $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$, $\frac{dy}{dx}(x_0)$ ou $\frac{df}{dx}(x_0)$ favorisent l'interprétation du nombre dérivé comme taux de variation infinitésimal.
- L'approximation affine de f au voisinage de x_0 permet de calculer, au premier ordre, l'accroissement de la grandeur $y = f(x)$ en fonction de celui de la grandeur x : $\Delta y = f'(x_0)\Delta x$.
- Cas particulier où la variable est le temps : lien entre nombre dérivé et vitesse, coordonnées du vecteur vitesse, accélération ; vitesse d'apparition d'un produit, de disparition d'un réactif.

Primitives

Contenus

- Définition d'une primitive.
- Deux primitives d'une même fonction sur un intervalle diffèrent d'une constante.
- Primitives d'un polynôme.
- Primitives des fonctions $t \mapsto A \cos(\omega t + \varphi)$ et $t \mapsto A \sin(\omega t + \varphi)$.
- Exemples de calcul approché d'une primitive par la méthode d'Euler.

Capacités attendues

- Calculer des primitives.
- Construire point par point, par la méthode d'Euler, une approximation de la courbe représentative de la solution d'un problème de Cauchy du type : $y'(t) = f(t)$ et $y(t_0) = y_0$.

Commentaires

- Le théorème affirmant que deux primitives d'une même fonction sur un intervalle diffèrent d'une constante est admis mais commenté : on peut justifier par un argument cinématique qu'une fonction de dérivée identiquement nulle est constante ou encore, par un argument géométrique, que deux fonctions ayant en tout point le même nombre dérivé ont des « courbes parallèles », l'une étant obtenue à partir de l'autre par une translation verticale.
- Pour la méthode d'Euler, on prend pour f une fonction dont l'expression explicite d'une primitive n'est pas connue à ce stade (par exemple $t \mapsto \frac{1}{t}$ ou $t \mapsto \frac{1}{1+t^2}$).

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

- Exploiter une loi de vitesse donnée en fonction du temps pour construire une approximation des positions par incréments de temps. Expliquer l'influence de la valeur des incréments de temps.
- Calculer la loi horaire à partir de la vitesse ou de l'accélération dans le cas d'un mouvement à accélération constante.
- Établir la loi d'évolution de la vitesse et de la position en fonction du temps dans le cas du modèle de la chute libre verticale.

Situation algorithmique

Construire différents points d'une approximation de courbe intégrale par la méthode d'Euler.

Physique-chimie

Classe de première, voie technologique, série
STD2A, enseignement de spécialité

Sommaire

Préambule	3
<i>Objectifs de la formation</i>	3
<i>Organisation des programmes</i>	3
<i>Modalités de mise en œuvre</i>	4
<i>Les compétences de la démarche scientifique</i>	5
Contenus disciplinaires	6
<i>Connaître et transformer les matériaux</i>	6
<i>Voir et faire voir des objets</i>	9

Préambule

Objectifs de la formation

L'enseignement de physique-chimie en classe de première STD2A s'inscrit dans la continuité de celui dispensé au collège et en classe de seconde. Il en reprend les objectifs et les démarches en visant l'acquisition ou le renforcement chez les élèves de la connaissance de lois et de modèles fondamentaux, en s'employant à développer les capacités qui leur sont associées et à les utiliser pour aborder des problématiques qui relèvent des domaines du design et des métiers d'art. Le programme fait ainsi une large place aux activités expérimentales et documentaires, qui contribuent à cette contextualisation ainsi qu'au développement des compétences nécessaires à la poursuite d'études supérieures dans les domaines du design et des métiers d'art.

Le programme vise également à développer chez les élèves les compétences de la démarche scientifique, telles qu'elles sont définies et illustrées dans ce préambule. Ces compétences sont indissociables des compétences mathématiques, nécessaires à l'obtention et à l'exploitation des résultats, tout comme des compétences numériques, développées en lien avec l'enseignement de spécialité « Outils et langages numériques ». Par ailleurs, amenés à présenter la démarche suivie et les résultats obtenus, les élèves sont conduits à pratiquer des activités de communication susceptibles de les faire progresser dans la maîtrise des compétences de compréhension et d'expression orale et écrite.

Organisation des programmes

Le programme est structuré autour de deux thématiques : « **Connaître et transformer les matériaux** » et « **Voir et faire voir des objets** ». Les contenus disciplinaires rassemblés autour de ces deux thématiques permettent d'établir des liens étroits avec les autres enseignements dispensés en série STD2A, en particulier avec les enseignements de spécialité « Design et métiers d'art » et « Outils et langages numériques », spécifiques de cette série en classe de première. Plus globalement, les contenus abordés doivent préparer les élèves à la poursuite d'études supérieures, en particulier dans les champs du design et des métiers d'art. La mise en œuvre du programme est aussi l'occasion d'aborder avec les élèves des questions mettant en jeu la responsabilité individuelle et collective, la sécurité pour soi et pour autrui, l'éducation à l'environnement et au développement durable.

Pour chaque thématique, une introduction précise les objectifs spécifiques de formation. Cette introduction est complétée par un tableau à deux colonnes indiquant, d'une part, les notions et contenus à connaître et, d'autre part, les capacités exigibles. La seconde colonne identifie **en gras italique** les capacités expérimentales et **en gras** les capacités associées à des activités documentaires.

L'organisation du programme n'impose pas l'ordre de sa présentation par le professeur, qui relève de sa liberté pédagogique. Une entrée du programme peut être abordée à divers moments de l'année, selon des approches différentes, et une activité peut mobiliser plusieurs entrées du programme.

Modalités de mise en œuvre

Le professeur est invité à privilégier la mise en activité des élèves, 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, à les appliquer dans des contextes divers et à tisser des liens entre les notions du programme et avec les autres enseignements, notamment les enseignements de spécialité.

Ainsi, certaines notions peuvent être abordées en étroite relation avec l'enseignement « Design et métiers d'art », en particulier dans le cadre de projets ou de questionnements communs issus du pôle « Technologies » du programme de cet enseignement.

De même, certaines des activités expérimentales peuvent être menées en lien avec l'enseignement de spécialité « Outils et langages numériques » ; des pistes de mise en œuvre figurent dans l'introduction des deux thématiques du programme.

Lorsqu'elle est possible, une mise en perspective des savoirs avec l'histoire des sciences et l'actualité scientifique est encouragée. Les activités expérimentales et les activités documentaires doivent être considérées comme des supports à part entière de la formation.

Telles que le programme les envisage, les activités expérimentales nécessitent la mise en place de conditions d'apprentissage compatibles avec une expérimentation authentique et sûre.

Les activités documentaires s'appuient sur des supports variés : schémas, images, graphiques, tableaux, vidéos, cartes mentales, articles ... Ceux-ci peuvent comporter des parties en langue vivante étrangère.

Les compétences de la démarche scientifique

Les compétences de la démarche scientifique, identifiées ci-dessous, visent à structurer la formation et l'évaluation des élèves. L'ordre de présentation des compétences ne préjuge en rien de celui dans lequel elles seront 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. Le niveau de maîtrise de ces compétences dépend de **l'autonomie et de l'initiative** requises dans les activités proposées à l'élève.

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
S'approprier	<ul style="list-style-type: none">– Énoncer une problématique– Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée– Représenter la situation par un schéma
Analyser/ Raisonnement	<ul style="list-style-type: none">– Formuler des hypothèses– Proposer une stratégie de résolution– Évaluer des ordres de grandeur– Proposer des lois pertinentes– Choisir, proposer, justifier un protocole– Procéder à des analogies
Réaliser	<ul style="list-style-type: none">– Mener une démarche– Utiliser un modèle théorique– Effectuer des procédures courantes (calculs, graphes, représentations, collectes de données ...)– Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité adaptées
Valider	<ul style="list-style-type: none">– Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance– Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence– Confronter un modèle à des résultats expérimentaux– Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle
Communiquer	À l'écrit comme à l'oral : <ul style="list-style-type: none">– présenter une démarche de manière argumentée et synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés– échanger entre pairs

Contenus disciplinaires

Connaître et transformer les matériaux

Dans les domaines du design et des métiers d'art, la connaissance des propriétés physiques des matériaux et des processus chimiques à l'œuvre dans leur synthèse ou leurs transformations ouvre des possibilités créatives tout en révélant des limites imposées par les lois de la physique et de la chimie. Les situations de contextualisation proposées, tout particulièrement lors des activités expérimentales, doivent permettre de mettre en évidence, voire en tension, ces deux aspects. Qu'il s'agisse de matériaux organiques, minéraux ou métalliques, l'objectif doit également être poursuivi, en particulier par le biais d'activités documentaires, d'aborder chaque étape de leur cycle de vie (obtention, transformation, vieillissement, recyclage éventuel) avec l'ambition de concilier aspect esthétique, facilité de mise en œuvre, coût et impact environnemental.

Certaines des activités expérimentales peuvent être menées en lien avec l'enseignement de spécialité « Outils et langages numériques », par exemple au moyen de simulations, de visualisations ou de modélisations 3D.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Généralités sur les matériaux Familles de matériaux. Propriétés physiques des matériaux : masse volumique, élasticité, conductivité thermique, absorption acoustique.	<ul style="list-style-type: none">– Distinguer les grandes classes de matériaux utilisés dans les domaines du design et des métiers d'art.– Comparer expérimentalement des caractéristiques physiques de différents matériaux.
Connaître et transformer les matériaux organiques Le carbone et les grandes familles d'hydrocarbures, de composés oxygénés et azotés.	<ul style="list-style-type: none">– Décrire la constitution de l'atome de carbone : structure électronique, tétravalence.– Passer d'un mode de représentation à un autre (formules développée, semi-développée, topologique).– Reconnaître les familles suivantes d'espèces chimiques : alcanes, alcènes, composés aromatiques.– Repérer la présence d'un groupe caractéristique dans une formule semi-développée ou topologique et identifier la fonction correspondante à l'aide d'une table de données pour

<p>Polymères naturels et synthétiques.</p> <p>Plastiques, élastomères, fibres.</p>	<p>les fonctions suivantes : alcool, acide carboxylique, ester, amine, amide.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Utiliser un logiciel de modélisation moléculaire pour mettre en évidence la structure spatiale de quelques molécules. – Différencier polyaddition et polycondensation. – Identifier le motif élémentaire d'un polymère. – Définir l'indice de polymérisation comme le nombre de répétitions du motif élémentaire et le relier aux propriétés physiques du polymère. – Réaliser la synthèse d'un polymère ou d'un biopolymère. – Comparer les principales propriétés physiques des thermoplastiques et des thermodurcissables. – Citer des adjuvants et préciser leur intérêt. – Relier la température de transition vitreuse à l'utilisation d'un polymère. – Définir un plastique biosourcé, un plastique biodégradable. – Extraire et exploiter des informations sur l'obtention, les propriétés, la transformation et le recyclage des plastiques, des élastomères et des fibres. – Réaliser des tests de reconnaissance de matériaux plastiques. – Mettre en œuvre la teinte d'une fibre textile synthétique ou naturelle par un colorant.
<p>Connaître les matériaux métalliques et leurs transformations Oxydation, réduction, couple oxydant/réducteur, réaction d'oxydoréduction.</p> <p>Action de l'eau, des acides et du dioxygène sur les métaux.</p> <p>Protection contre la corrosion. Traitement de surface des matériaux métalliques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Identifier une oxydation et une réduction. – Reconnaître l'oxydant et le réducteur dans un couple oxydant-réducteur. – Écrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction en utilisant les demi-équations électroniques. – Caractériser quelques cations métalliques par des tests. – Réaliser expérimentalement des réactions d'oxydoréduction spontanées et forcées. – Présenter, par des exemples appropriés, l'action des acides sur les métaux. – Expliquer l'expression « métaux nobles ». – Différencier la corrosion du fer (rouille) et la corrosion de l'aluminium (passivation). – Décrire quelques méthodes de protection contre la corrosion :

<p>Alliages.</p>	<p>peinture, chromage, anodisation, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Extraire et exploiter des informations sur les étapes du cycle de vie d'un matériau métallique. – Extraire et exploiter des informations sur les techniques permettant de modifier l'aspect de surface des matériaux métalliques. <ul style="list-style-type: none"> – Définir un alliage. – Citer les constituants des aciers inoxydables, des bronzes et des laitons. – Extraire et exploiter des informations sur l'obtention des alliages, leurs propriétés et leurs utilisations.
<p>Connaître et transformer les matériaux minéraux. Verres. Céramiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Citer le principal constituant du verre minéral et préciser le sens du mot « amorphe » par opposition à « cristallin ». – Distinguer verre minéral et « verre organique ». – Expliquer l'intérêt de l'utilisation d'un fondant. – Citer des techniques d'obtention des verres colorés. <ul style="list-style-type: none"> – Définir céramique traditionnelle et céramique technique. – Citer des techniques de coloration des céramiques. – Extraire et exploiter des informations sur l'obtention et les propriétés des verres et des céramiques.
<p>Utiliser des matériaux innovants. Matériaux composites. Cristaux liquides. Nanomatériaux. Agro-matériaux. Textiles intelligents.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Définir un matériau composite à partir de sa constitution : matrice et renfort. <ul style="list-style-type: none"> – Extraire et exploiter des informations sur l'obtention, les propriétés et la transformation de matériaux innovants.
<p>Choisir un matériau en fonction d'un besoin en respectant l'environnement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Justifier, en s'appuyant sur des documents, l'emploi d'un matériau pour répondre à un besoin en argumentant sur ses propriétés physiques, son aspect esthétique, sa facilité de mise en œuvre, son coût, son impact environnemental (fabrication et recyclage).

Voir et faire voir des objets

Dans la continuité du programme de physique-chimie de la classe de seconde, le programme propose de donner une description plus complète des phénomènes physiques mis en jeu dans la production de lumière, ainsi qu'une description plus poussée des sources de lumière et de leurs caractéristiques. Ces compléments doivent permettre d'aborder l'utilisation des couleurs dans des situations propres au design et aux métiers d'art ou encore l'analyse scientifique d'objets d'art. Les activités expérimentales doivent permettre une familiarisation avec l'obtention d'images de qualité, en particulier via la maîtrise des réglages d'un appareil photographique.

Certaines des activités expérimentales peuvent être menées en lien avec l'enseignement de spécialité « Outils et langages numériques », par exemple autour du travail de traitement des images numériques.

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p>Généralités sur la lumière Modèle particulaire de la lumière : le photon. Dualité onde-particule.</p> <p>Luminescence.</p> <p>Les ondes électromagnétiques.</p> <p>Éléments de photométrie visuelle.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Préciser les grandeurs physiques associées au photon : fréquence, longueur d'onde, énergie. Exploiter les relations entre ces grandeurs. – Interpréter les phénomènes de luminescence à partir de l'interaction matière-rayonnement. – Citer l'intervalle de longueurs d'onde dans le vide des radiations visibles. – Repérer sur une échelle de longueurs d'onde les différents domaines : γ, X, UV, visible, IR, micro-ondes, ondes hertziennes. – Définir le flux lumineux et l'éclairement et exploiter la relation entre ces deux grandeurs. – Utiliser un luxmètre pour effectuer des mesures d'éclairement.
<p>Utiliser des sources de lumière Sources lumineuses naturelles et artificielles.</p> <p>Fibre optique. Laser.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Caractériser une source lumineuse par son spectre. – Citer les phénomènes physiques mis en œuvre dans diverses lampes d'éclairage intérieur. – Citer les règles de sécurité préconisées lors de l'utilisation de sources lumineuses. – Expliquer le guidage de la lumière dans une fibre optique. – Citer les caractéristiques d'un rayonnement laser.

Température de couleur. Indice de rendu des couleurs.	<ul style="list-style-type: none"> – Choisir une lampe en fonction de son utilisation et de son impact environnemental (fabrication, utilisation, durée de vie, recyclage).
Créer et analyser des couleurs Synthèse des couleurs. Diagramme de chromaticité : œil humain standard, espace des couleurs, gamut.	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser les synthèses soustractive et additive dans des situations propres au design et aux métiers d'art. – Déterminer la longueur d'onde et la saturation (ou facteur de pureté) d'une couleur en utilisant le diagramme de chromaticité. – Utiliser le gamut pour évaluer les performances d'un appareil de capture ou de reproduction d'images.
Produire des images en peinture Les constituants d'une peinture : pigments, solvants, formulation.	<ul style="list-style-type: none"> – Citer les principaux constituants d'une peinture : pigments, solvants, liants, charges, agents siccatifs, additifs. – Expliquer les mécanismes physico-chimiques de séchage d'une peinture à l'huile, d'une peinture à l'eau. – Fabriquer une peinture.
Produire des images photographiques Formation des images. L'appareil photographique. Réglages.	<ul style="list-style-type: none"> – Déterminer graphiquement et à l'aide d'un logiciel la position, la grandeur et le sens de l'image réelle d'un objet-plan réel donnée par un objectif modélisé par une lentille mince convergente. – <i>Produire et caractériser l'image réelle d'un objet-plan réel à travers une lentille mince convergente, optimiser la qualité de l'image.</i> – Compléter la légende du schéma d'un appareil photographique à visée « reflex » (objectif, diaphragme, miroir, prisme, obturateur, capteur). – Comparer le modèle de l'œil réduit avec le modèle de l'appareil photographique. – Distinguer téléobjectif et grand angle. – Identifier les différents réglages (tirage, temps de pose, nombre d'ouverture) permettant d'obtenir la qualité artistique recherchée : netteté, profondeur de champ, surexposition, sous-exposition. – Extraire et exploiter des informations sur la photographie numérique et la photographie argentique. – <i>Réaliser des images à l'aide d'un appareil photographique</i>

	<p><i>numérique ou d'un logiciel de simulation pour visualiser la conséquence des réglages de l'appareil photographique.</i></p>
<p>Produire des images de l'invisible Analyses scientifiques d'objets d'art.</p>	<p>— Extraire et exploiter des informations sur les principes et les techniques d'analyse d'objets d'art pour les connaître, les conserver ou les restaurer.</p>