

**Annexe****Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de physique-chimie****Classe terminale de la série scientifique****ENSEIGNEMENT SPÉCIFIQUE****Présentation**

Dans une société où des informations de tous ordres arrivent dans l'immédiateté et de toutes parts, la priorité est donnée à la formation des esprits pour transformer cette information en une connaissance. L'enseignant doit être un accompagnateur de chaque élève dans l'acquisition de compétences qui ne peuvent être opérationnelles sans connaissances, qui sont à la fois la base et l'objectif de la didactique, notamment scientifique. Formation des esprits et acquisition de connaissances sont deux facettes indissociables de l'activité éducative.

Ainsi le programme de physique-chimie de terminale S se situe dans le prolongement de celui de première S en approfondissant la formation à la démarche scientifique. Il permet de mieux installer les compétences déjà rencontrées, de les compléter et de faire acquérir des connaissances nouvelles.

Comme pour la première S, une rédaction volontairement allégée des contenus, notions et compétences a été privilégiée, sans pour autant altérer la lisibilité et la précision des exigences telles qu'elles sont attendues en fin d'année scolaire et exigibles pour le baccalauréat.

Deux compétences occupent une place centrale en terminale : « extraire » et « exploiter » des informations ; elles seront mises en œuvre fréquemment, notamment dans les situations identifiées dans la colonne de droite du programme, en respectant l'esprit de la démarche scientifique.

Les activités proposées aux élèves au sujet de la compétence « extraire » et leurs connaissances acquises doivent les conduire à s'interroger de manière critique sur la valeur scientifique des informations, sur la pertinence de leur prise en compte, et à choisir de façon argumentée ce qui est à retenir dans des ensembles où l'information est souvent surabondante et parfois erronée, où la connaissance objective et rationnelle doit être distinguée de l'opinion et de la croyance.

Les supports d'informations proposés aux élèves seront multiples et diversifiés : textes de vulgarisation et textes scientifiques en français et éventuellement en langue étrangère, tableaux de données, constructions graphiques, vidéos, signaux délivrés par des capteurs, spectres, modèles moléculaires, expériences réalisées ou simulées, etc. L'exploitation sera conduite en passant par l'étape d'identification des grandeurs physiques ou chimiques pertinentes et par celle de modélisation. Cette formalisation pourra conduire à l'établissement des équations du modèle puis à leur traitement mathématique, numérique ou graphique.

L'élève est ainsi amené à raisonner avec méthode et à mettre en œuvre avec rigueur l'ensemble des étapes qui lui permettent de trouver la ou les solution(s) au problème posé. Le professeur aura cependant à l'esprit que le recours à des outils mathématiques n'est pas le but premier de la formation de l'élève en physique-chimie, même si cela peut être parfois nécessaire pour conduire une étude à son terme. Dans certains cas, le professeur utilisera des méthodes de résolutions graphique ou numérique, pratiques de plus en plus fréquentes en raison de la complexité des systèmes étudiés. Ce sera aussi l'occasion de souligner que les travaux de recherche sont souvent conduits par des équipes pluridisciplinaires.

Le professeur fera aussi appel à des exploitations qualitatives conduites avec rigueur. L'emploi de celles-ci s'avère particulièrement opportun dans le cas où elles permettent de dégager directement le sens de l'étude que pourrait masquer un développement calculatoire. Ainsi, l'analyse dimensionnelle, l'examen préalable des différents phénomènes en cause, la comparaison d'ordres de grandeur peuvent permettre une simplification efficace du cadre conceptuel de la situation et fournir une résolution élégante, rapide, à un problème a priori complexe.

Familiariser ainsi l'élève à pratiquer des raisonnements qualitatifs, à savoir faire de la physique et de la chimie « avec les mains », c'est aussi l'habituer à savoir communiquer en tant que scientifique avec des non-scientifiques.

Le résultat obtenu à l'issue d'une démarche de résolution sera l'objet d'une attention particulière. L'analyse critique d'un résultat permet en effet de lui donner davantage de sens, notamment lorsque l'on compare les effets attendus résultant de la modification d'un paramètre et ceux effectivement observés. L'exploitation d'un résultat apparaît comme un moyen de validation des hypothèses faites lors de la modélisation mais aussi comme le point de départ d'un réinvestissement : il s'agit de la charnière entre les démarches « comprendre » et « agir » que soulignent les programmes.

Les professeurs, s'ils souhaitent bénéficier de ressources didactiques, de situations et de questionnements, peuvent se reporter aux sites ministériels sur Éduscol : <http://www.eduscol.education.fr/cid46456/ressources-pour-le-college-et-le-lycee.html> où ils trouveront des ressources pour la classe terminale, qui n'ont cependant pas de valeur prescriptive. Il conviendra par ailleurs qu'ils s'appuient au mieux sur les acquis du collège et sur ceux des programmes de seconde et de première du lycée.

Les compétences évaluées en fin de cycle terminal à l'occasion des épreuves du baccalauréat porteront principalement sur le programme de terminale sans exclure celles des programmes des classes de seconde et de première, notamment celles de nature expérimentale.

Tout en poursuivant l'effort en cours de contextualisation de leur problématique, ces épreuves mettront ainsi l'accent sur l'acquisition de la méthodologie scientifique. Pour les élèves de terminale, le baccalauréat n'est pas en effet une fin en soi, mais une étape, destinée à préparer les élèves aux études supérieures, en accompagnant et prolongeant la formation des esprits à la démarche scientifique.

L'accent mis sur la méthodologie aura aussi notamment pour conséquence que les épreuves d'évaluation fourniront tous les éléments de savoir (formules, propriétés, données physicochimiques, schémas, etc.) nécessaires à leur résolution si cette dernière implique la mise en œuvre de compétences non exigibles car ne figurant pas dans la colonne de droite du programme.

Les programmes de terminale de la série scientifique comme ceux de première s'articulent autour des grandes phases de la démarche scientifique : **observer, comprendre, agir** et s'appuient sur des entrées porteuses et modernes introduites à partir de questionnements.

### Observer : ondes et matière

La partie « observation » est étendue à l'ensemble du spectre des ondes électromagnétiques et aux ondes dans la matière, ainsi qu'aux particules.

#### Ondes et particules

Des sources « froides » (rayonnement cosmologique, nuages interstellaires, corps solides, etc.) aux plus « chaudes » (étoiles et sources associées), en passant par les sources composites comme les galaxies, l'Univers est rempli d'émetteurs électromagnétiques sur tout le spectre, qui interagissent avec l'atmosphère terrestre. Cette interaction, qui dépend du domaine spectral considéré, conditionne la nature de l'instrument d'observation, son support technologique et son altitude (du sol à l'extérieur de l'atmosphère).

L'Homme sait également fabriquer des sources de rayonnement sur l'ensemble du spectre, dans le visible, mais aussi dans les domaines radio, infrarouge et ultraviolet notamment.

Une étude documentaire, non exhaustive, des sources de rayonnement, éventuellement absorbé par l'atmosphère, sera menée, ainsi que sur les ondes de matière à l'œuvre sur Terre, avec une tonalité particulière mise sur les ondes sonores, dont un prolongement pourra être trouvé dans l'enseignement de spécialité.

Les photons associés aux ondes électromagnétiques, les particules élémentaires (électrons, protons, neutrinos, etc.), ou composites (noyaux, atomes, molécules) sont, à côté des ondes électromagnétiques et mécaniques, des supports précieux d'information.

Parmi l'ensemble des sources d'ondes et de particules, un choix est possible d'étude plus particulière ainsi que sur un dispositif d'observation donné. Cette faculté de choix porte également sur l'étude expérimentale obligatoire d'un dispositif de détection.

#### Caractéristiques et propriétés des ondes

Il s'agit de savoir décrire les ondes, définir et utiliser les grandeurs physiques associées. La diffraction d'ondes dans tous les domaines du spectre est soulignée, en particulier dans ses conséquences sur l'observation.

L'étude des interférences met l'accent sur les conditions d'interférences constructives et destructives pour les ondes monochromatiques.

Comme la diffraction et les interférences, l'effet Doppler se prête bien à exploitation expérimentale. Son étude sera étendue à l'investigation en astrophysique (mouvements des corps, détections indirectes et planètes extrasolaires, expansion de l'Univers) et à la vélocimétrie.

#### Analyse spectrale

La spectroscopie est un moyen privilégié d'étude des propriétés physicochimiques (température, composition) des sources de rayonnement, des objets astronomiques aux sources colorées fabriquées par l'Homme.

Elle est également un instrument irremplaçable d'analyse des espèces chimiques d'origine variée, notamment issues du domaine du vivant, qu'il s'agisse des spectres UV-visible, IR ou RMN. C'est principalement cet aspect qui donnera lieu à l'enseignement de terminale.

Sans aborder les règles qui régissent les transferts d'énergie dans les molécules, il s'agira d'exploiter des spectres de natures différentes à l'aide de tables et de logiciels, en vue de les mettre en relation avec la structure des molécules.

En outre, il s'agira de choisir une espèce colorée pour conduire une démarche expérimentale destinée à la caractériser.

Comme dans l'ensemble du programme, l'enseignant n'est pas tenu à une lecture séquentielle dans cette partie « Observer » et peut la traiter dans l'ordre de son choix pour les trois thèmes. Il peut également, comme pour le programme de première, choisir de faire un détour parmi les deux autres parties « Comprendre » et « Agir » du programme au moyen d'un « fil rouge ».

### Comprendre : lois et modèles

La longueur des précisions relatives à chacun des thèmes de cette partie n'est pas indicative de la durée à consacrer à leur enseignement, mais vise à apporter des précisions supplémentaires sur les notions les plus nouvelles de physique contemporaine (relativité, physique quantique).

#### Temps, mouvement et évolution

Le temps et sa mesure, la définition et l'évolution de son unité, reposent sur l'étude et l'exploitation de phénomènes périodiques.

L'histoire de cette mesure, qui peut remonter aux procédés ancestraux (gnomonique), fournit la matière à l'étude documentaire d'une recherche de progrès tendue par le souci toujours plus grand de la précision, de la stabilité et de l'universalité (rotation et révolution terrestres, oscillateurs mécaniques et électriques, horloges atomiques).

L'occasion est alors donnée d'appliquer la cinématique et la dynamique newtoniennes pour inscrire le temps comme variable naturelle des phénomènes évolutifs. Outre l'énergie, l'introduction de la quantité de mouvement permet d'étendre l'étude si fructueuse pour la physique de grandeurs qui se conservent lors d'une évolution.

Les aspects énergétiques interviennent dans ce cadre en particulier pour analyser les causes de dissipation qui altèrent la reproductibilité des phénomènes et donc la qualité des étalons de temps.

La définition du temps atomique et la réalisation des horloges associées font accéder à des échelles de précision telles qu'elles mettent directement en évidence le caractère relatif du temps en fonction de la vitesse relative de l'horloge et de l'observateur, qui est à la base de la relativité restreinte.

Les postulats d'Einstein (1905), qui constituent cette base, aboutissent à affirmer que la vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens. C'est une constante fondamentale de la physique.

L'étude de cette propriété fondamentale dans le cadre d'un enseignement illustre bien la problématique du choix didactique face à la subtilité de la démarche scientifique. Cette subtilité est en l'occurrence celle de l'interrogation d'Einstein se posant la question de l'unité de la physique, entre l'électromagnétisme faisant apparaître une vitesse de propagation des ondes dans le vide indépendante du référentiel et la mécanique newtonienne posant l'additivité des vitesses, sans que l'on sache vraiment si la réponse d'Einstein avait pu être inspirée de tests expérimentaux comme l'expérience de Michelson et Morley.

La réponse d'Einstein sous forme de postulat remet en cause le cadre de la mécanique newtonienne, à savoir une vitesse de la lumière relative et un temps absolu, au profit d'une vitesse de la lumière absolue et un temps relatif.

L'invariance de la vitesse de la lumière dans le vide a été abondamment confirmée par l'expérience (prisme mobile d'Arago 1810, Michelson et Morley 1887, Alväger 1964, Hall Brilliet 1979, étoiles doubles, etc.). La liberté didactique du professeur consiste à faire un choix, notamment entre une approche historique, pouvant d'emblée annoncer le postulat et le faire suivre par des tests expérimentaux, et une approche plus « pédagogique », partant des résultats expérimentaux pour rendre plus naturelle ensuite l'hypothèse d'Einstein. En ce sens, le programme se présente selon un ordre qui ne saurait être prescriptif, selon l'esprit général qui l'anime.

Il en va de même du caractère relatif du temps, entre ses notions afférentes (événement, temps propre, temps mesuré, dilatation des durées) et ses confirmations expérimentales ou situations concrètes (désintégration des muons dans l'atmosphère, particules instables dans les accélérateurs, horloges atomiques embarquées, GPS, etc.). À ce titre, on remarquera que la dilatation des durées se prête à analyse quantitative : la relation  $\Delta t_m = \gamma \Delta t_p$  avec  $\gamma = 1/(1 - (v/c)^2)^{1/2}$  entre durée mesurée et durée propre peut être aisément justifiée (horloge de lumière, « expérience » de la lumière émise dans un bateau).

La mesure du temps (dans une approche classique) s'applique également à l'étude de la transformation de la matière, au travers notamment des facteurs qui influencent le rythme et la durée des évolutions chimiques. La cinétique et la catalyse s'inscrivent dans cette problématique, en se prêtant bien à des approches expérimentales et à des illustrations dans les champs aussi bien naturels qu'industriels.

### Structure et transformation de la matière

Le programme de la classe terminale consacre ce thème à l'évolution de la matière au travers des réactions chimiques, en partant des représentations. Ceci pourra être l'occasion de mentionner l'importance des conformations et configurations dans le milieu biologique.

Une première approche de la réactivité est présentée. L'objectif est d'introduire les grandes classes de réactions en chimie organique et de faire percevoir l'idée que l'interaction entre un site nucléophile et un site électrophile fonde la plupart des réactions en chimie organique. Sans entrer dans le détail de leur interprétation par un mécanisme réactionnel, cette approche doit permettre de préparer la compréhension des fondements des réactions qui interviendront lors de la poursuite d'études scientifiques.

Les transformations étudiées s'inscrivent dans les deux grands ensembles de la chimie organique et de la réaction chimique par échange de proton. Au-delà du côté classique de ces exemples, il importera de contextualiser autant que possible leur étude, avec une attention particulière portée aux milieux biologiques, qui permettent aisément de construire des fils rouges.

On notera que les démarches expérimentales portant sur le même objet initial d'étude, comme les solutions par exemple, se prêtent bien aux analyses statistiques dans le cadre de la formation des élèves aux méthodes d'analyse des résultats de mesure.

### Énergie, matière et rayonnement

Ce thème porte pour l'essentiel sur le rapport entre énergie et matière, avec un éclairage particulier porté au rayonnement, comme porte d'entrée sur le comportement quantique du réel.

L'étude documentaire doit permettre de saisir le changement des ordres de grandeur lors du passage du macroscopique au microscopique, notamment sur le plan du dénombrement (constante d'Avogadro) ou de la taille des objets. Cette étude doit aussi mettre en évidence l'aspect nécessairement statistique de notre connaissance des systèmes formés d'un grand nombre d'entités microscopiques. Les résultats des observations à très petite échelle fournissent des représentations au moyen d'images (il faudra être prudent sur la signification du terme « visualiser »)

des atomes et des molécules, qui permettent de remonter aux dimensions et à la structure de la matière à ce niveau d'organisation.

L'étude des transferts d'énergie entre systèmes macroscopiques traite de notions de base de la thermodynamique (énergie interne, transferts thermiques, travail, capacité thermique), première étape vers l'étude future de ses principes. L'occasion doit être donnée de mettre en place certains éléments méthodologiques de la thermodynamique : définition du système étudié, identification de la nature et du sens des transferts d'énergie, analyse critique des résultats obtenus et mise en perspective avec des dispositifs réels.

La diversité des transferts thermiques permet d'évoquer l'irréversibilité des phénomènes liée, en particulier aux processus diffusifs, et d'aborder des aspects de la vie courante tenant aux préoccupations énergétiques. Ainsi, les bilans d'énergie peuvent être empruntés au domaine de l'habitat (problématique du chauffage d'une habitation, géothermie, pompe à chaleur, climatiseur, réfrigérateur, etc.), du transport (moteurs, effets thermiques liés au frottement, etc.) ou bien encore celui de la production d'énergie, qui peut être l'occasion pour le professeur de faire un lien avec la thématique sur les enjeux énergétiques de la partie « Agir - défis du XXIème siècle ».

Au niveau quantique, le laser s'avère être un objet et un outil d'étude privilégié des transferts d'énergie. L'étude des émissions et de l'absorption quantiques n'est menée qu'au niveau de leur principe, toute étude théorique plus quantitative (coefficients d'Einstein) étant hors programme. La présentation doit en effet avoir comme seule fin de comprendre le principe du pompage optique et de l'amplification cohérente et directive d'un rayonnement monochromatique incident, dans l'enceinte d'un oscillateur optique.

L'usage du laser peut aisément faire partie des fils rouges du programme (onde électromagnétique, spectroscopie, principe des transferts quantiques, traitement de l'information, etc.).

La dualité onde-corpuscule est une formulation qui s'applique aux manifestations du photon, qui se comporte soit comme une onde, soit comme une particule, selon le contexte expérimental considéré. Mais elle ne doit pas décrire la nature intrinsèque du photon lui-même, qui n'est ni une onde, ni une particule, mais l'archétype d'un objet quantique, appelé parfois « quanton » par les scientifiques.

L'occasion doit pouvoir être saisie d'une similitude des propriétés des ondes de matière et des ondes électromagnétiques, comme dans le cas des électrons et des rayons X. Une illustration naturelle et nécessaire en est celle du microscope électronique où  $p = h/\lambda$ , soit  $\lambda = h/p$ , rapportée au phénomène de diffraction, explique la nécessité d'explorer la matière par des particules ou du rayonnement de longueur d'onde nettement plus petite que la taille des objets observés.

L'observation (vidéo) de la réalisation progressive de la figure d'interférences obtenue en émettant le rayonnement photon par photon, ou la matière particule par particule, souligne l'étrangeté éventuelle des phénomènes quantiques pour le sens commun. Elle est une illustration parmi d'autres de l'aspect probabiliste de la réalité quantique, comme peut l'être la désintégration radioactive (cas des muons évoqués plus haut). L'incertitude associée aux phénomènes quantiques, comme sur l'instant auquel se produit une désintégration, ne doit pas laisser croire que toutes les mesures physiques à ce niveau sont incertaines. Ainsi, l'énergie des niveaux quantiques stables peut être connue avec une précision exceptionnelle (de l'ordre de  $10^{-13}$  par exemple pour le premier niveau d'énergie de l'atome d'hydrogène !). Si l'occurrence des phénomènes quantiques individuels ne peut être connue avec précision, la loi des grands nombres permet néanmoins de prévoir précisément le comportement des grands ensembles, c'est-à-dire des systèmes macroscopiques. Il faut bien voir alors que la limite de la précision dans leur connaissance réside dans l'acte de mesure lui-même, alors qu'elle est intrinsèque au niveau microscopique, en raison du caractère probabiliste de la réalité quantique.

**Le professeur exerce sa liberté pédagogique en traitant cette partie « Lois et modèles » du programme, dédiée à la modélisation conceptuelle, dans l'ordre des thèmes de son choix.**

### **Agir : défis du XXIème siècle**

L'histoire des sociétés montre que la science a acquis « droit de cité » lorsqu'elle a donné aux faits techniques établis de façon empirique une base conceptuelle Universelle permettant de les comprendre, d'en formaliser la théorie pour la réinvestir de façon efficiente.

Si l'on excepte un changement radical des modes de vie, l'activité scientifique et ses applications technologiques s'avèrent être des réponses crédibles aux défis posés à l'Homme, en particulier ceux retenus pour la terminale S : **économiser les ressources et respecter l'environnement, synthétiser des molécules et fabriquer de nouveaux matériaux, transmettre et stocker l'information**, qui prolongent et étendent ceux de la première S.

Les défis du XXIème siècle concernent la planète et l'humanité tout entières. La communication internationale traitant de cette globalité a lieu de plus en plus fréquemment en anglais. Dès lors, la lecture de documents comme ceux relatifs aux protocoles expérimentaux (en synthèse organique par exemple) pourra offrir quelques occasions de se familiariser avec l'usage scientifique de cette langue, sans exclure une autre langue étrangère en fonction de l'origine de l'information et du contexte linguistique de la classe.

Le thème « Créer et innover » est un espace de liberté pour le professeur, qui peut choisir un ou deux sujet(s) d'étude en raison de l'intérêt que ses élèves et lui-même y trouvent, des ressources locales, de l'actualité scientifique, de l'opportunité de découvrir certains métiers de la recherche ou de la possibilité de participer à des actions de promotion de la culture scientifique et technique. À ce titre, le professeur peut trouver des exemples d'actions spécifiques en ce domaine dans celles du dispositif ministériel « Sciences à l'école ».

Ainsi, la partie « Agir : défis du XXIème siècle » conduit l'élève à percevoir les tendances actuelles de la recherche et du progrès scientifique.

Sur cette partie de programme, la compétence exigible portera sur la rédaction d'une synthèse de document qui permet en effet de mobiliser les capacités d'analyse, d'esprit critique, de synthèse et les méthodes de travail qu'elles supposent, acquises tout au long de la formation.

#### **Le programme est présenté en deux colonnes intitulées :**

- Notions et contenus : il s'agit des concepts à étudier ;
- Compétences exigibles : il s'agit de connaissances à mobiliser, de capacités à mettre en œuvre et d'attitudes à acquérir et dont la maîtrise est exigée en fin d'année scolaire. Lorsqu'elles sont écrites en italique, ces compétences sont de nature expérimentale et leur acquisition est indissociable d'une pratique pédagogique dans des conditions indispensables à une activité expérimentale de chaque élève authentique et sûre, et qui intègre dès la classe de première des compétences liées à la précision et aux incertitudes des mesures (**annexe « Mesures et incertitudes »**). Comme pour le programme de première S, la démarche scientifique peut être mise en œuvre dans chacune des trois grandes parties du programme, voire dans chacun des thèmes constituant une de ces grandes parties. Le professeur peut aussi bien avoir une lecture horizontale de son choix de progression thématique (dans une même partie) que verticale (par succession de thèmes appartenant à des parties différentes), en suivant un « fil rouge ».

Ainsi, l'étude des « briques » du vivant permet aisément d'associer l'observation spectroscopique, les mécanismes de la transformation chimique (Comprendre) et les stratégies de la synthèse (Agir). L'exemple des acides aminés, briques des protéines et des enzymes, peut être avancé. On en trouve d'ailleurs un certain nombre (alanine, glycine, acide aspartique, etc.) en des endroits comme les météorites (Murchison) où ils sont en compagnie des constituants de l'ARN et de l'ADN que sont les purines (adénine, guanine) et les pyrimidines (uracile, thymine, cytosine). De telles illustrations de l'Universalité des phénomènes - qui doit être soulignée - sont laissées au libre choix du professeur ; elles ne peuvent en conséquence faire partie des connaissances exigibles de l'élève pour le baccalauréat.

D'autres fils rouges possibles existent, plus larges, comme la thématique générale des ondes (propriétés, sources, détection, traitement de l'information), la spectroscopie comme méthode (principe, expérience, résultats, exploitations), etc. **La seule contrainte est qu'au bout du compte, l'ensemble des notions et contenus explicités dans le programme soient traités dans la perspective de l'acquisition par tous les élèves des compétences exigibles précisées, tout en respectant l'esprit de la démarche scientifique.** Celle-ci ne saurait en effet être dénaturée par le biais d'une liberté pédagogique qui conduirait à reconstituer une pratique dogmatique et académique de l'enseignement scientifique, articulée avec un découpage traditionnel de la discipline.

**La liberté de l'enseignant, traduction sur le plan pédagogique de la liberté intellectuelle du chercheur, doit être révélatrice pour les élèves de l'esprit de la démarche scientifique.**

### Mesures et incertitudes

#### Informations destinées au professeur

Le tableau suivant résume les notions et compétences spécifiques relatives aux mesures et à leurs incertitudes que les élèves doivent maîtriser à la fin de la formation du lycée. Elles pourront être approfondies avec profit dans le cadre de la spécialité de physique-chimie de la terminale S.

L'ensemble des activités expérimentales, en italique dans la colonne de droite des programmes de première et de terminale, doit progressivement fournir l'occasion de leur mise en œuvre et de leur acquisition.

L'informatique peut jouer un rôle tout à fait particulier en fournissant aux élèves les outils nécessaires à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés. L'accent doit être mis sur la prise de conscience des causes de limitation de la précision (sources d'erreurs) et de leurs implications sur la qualité de la mesure.

Dans une perspective de compréhension des bases de la métrologie, le professeur pourra mettre en regard la sémantique de ces bases et les acceptions courantes. Pour ces dernières, le vrai est ce qui est indubitable, l'incertain est ce dont on n'est pas sûr et l'erreur est ce qu'on aurait pu ne pas faire.

Dans le langage de la métrologie, il est question de valeur vraie, celle qu'on aurait obtenue avec une mesure parfaite (de précision illimitée). Cette valeur est donc inconnue, elle est même illusoire, en raison de la variabilité des phénomènes. On aura donc une valeur mesurée, et le résultat final de la mesure sera cette valeur, éventuellement issue d'une moyenne, assortie d'une incertitude (en fait un écart-type) résultant d'erreurs. Ici, l'incertitude et l'erreur sont des concepts scientifiques précis ; cette dichotomie peut entraîner des confusions (comme la masse et le poids) que l'enseignant peut souligner.

## Formation de l'élève

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles
Erreurs et notions associées	Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilités du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.).
Incertitudes et notions associées	Évaluer et comparer les incertitudes associées à chaque source d'erreur. Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie. Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
Expression et acceptabilité du résultat	Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture. Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance. Évaluer la précision relative. Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné. Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence. Faire des propositions pour améliorer la démarche.

## Programme

### Observer

#### Ondes et matière

**Les ondes et les particules sont supports d'informations.**

**Comment les détecte-t-on ? Quelles sont les caractéristiques et les propriétés des ondes ?**

**Comment réaliser et exploiter des spectres pour identifier des atomes et des molécules ?**

#### Ondes et particules

Notions et contenus	Compétences exigibles
<b>Rayonnements dans l'Univers</b> Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre.	Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers. Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet.
<b>Les ondes dans la matière</b> Houle, ondes sismiques, ondes sonores. Magnitude d'un séisme sur l'échelle de Richter.  Niveau d'intensité sonore.	Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière.  Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore.
<b>Détecteurs d'ondes</b> (mécaniques et électromagnétiques) <b>et de particules</b> (photons, particules élémentaires ou non).	Extraire et exploiter des informations sur : - des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations ; - un dispositif de détection. <i>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.</i>

## Caractéristiques et propriétés des ondes

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Caractéristiques des ondes</b> Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard.</p> <p>Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.</p> <p>Ondes sonores et ultrasonores. Analyse spectrale. Hauteur et timbre.</p>	<p>Définir une onde progressive à une dimension. Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité). <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.</i></p> <p>Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde. Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.</i></p> <p><i>Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.</i></p>
<p><b>Propriétés des ondes</b> Diffraction. Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.</p> <p>Interférences.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.</p> <p>Effet Doppler.</p>	<p>Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle. Connaître et exploiter la relation <math>\theta = \lambda/a</math>. Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction. <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</i></p> <p>Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques. <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</i> Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses. Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.</p>

## Analyse spectrale

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Spectres UV-visible</b> Lien entre couleur perçue et longueur d'onde au maximum d'absorption de substances organiques ou inorganiques.</p>	<p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour caractériser une espèce colorée.</i> Exploiter des spectres UV-visible.</p>
<p><b>Spectres IR</b> Identification de liaisons à l'aide du nombre d'onde correspondant ; détermination de groupes caractéristiques. Mise en évidence de la liaison hydrogène.</p>	<p>Exploiter un spectre IR pour déterminer des groupes caractéristiques à l'aide de tables de données ou de logiciels. Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide. Connaître les règles de nomenclature de ces composés ainsi que celles des alcanes et des alcènes.</p>

<p><b>Spectres RMN du proton</b>            Identification de molécules organiques à l'aide :            - du déplacement chimique ;            - de l'intégration ;            - de la multiplicité du signal : règle des (n+1)-uplets.</p>	<p>Relier un spectre RMN simple à une molécule organique donnée, à l'aide de tables de données ou de logiciels. Identifier les protons équivalents. Relier la multiplicité du signal au nombre de voisins.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur différents types de spectres et sur leurs utilisations.</p>
--	--

## Comprendre

### Lois et modèles

**Comment exploite-t-on des phénomènes périodiques pour accéder à la mesure du temps ? En quoi le concept de temps joue-t-il un rôle essentiel dans la relativité ? Quels paramètres influencent l'évolution chimique ? Comment la structure des molécules permet-elle d'interpréter leurs propriétés ? Comment les réactions en chimie organique et celles par échange de proton participent-elles de la transformation de la matière ? Comment s'effectuent les transferts d'énergie à différentes échelles ? Comment se manifeste la réalité quantique, notamment pour la lumière ?**

### Temps, mouvement et évolution

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Temps, cinématique et dynamique newtoniennes</b>            Description du mouvement d'un point au cours du temps : vecteurs position, vitesse et accélération.</p> <p>Référentiel galiléen.</p> <p>Lois de Newton : principe d'inertie, <math>\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}</math> et principe des actions réciproques.</p> <p>Conservation de la quantité de mouvement d'un système isolé.</p> <p>Mouvement d'un satellite.            Révolution de la Terre autour du Soleil.</p> <p>Lois de Kepler.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations relatives à la mesure du temps pour justifier l'évolution de la définition de la seconde.</p> <p>Choisir un référentiel d'étude.            Définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération.</p> <p>Définir la quantité de mouvement <math>\vec{p}</math> d'un point matériel.            Connaître et exploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes.  <i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan qualitatif de quantité de mouvement.</i></p> <p>Démontrer que, dans l'approximation des trajectoires circulaires, le mouvement d'un satellite, d'une planète, est uniforme. Établir l'expression de sa vitesse et de sa période.</p> <p>Connaître les trois lois de Kepler ; exploiter la troisième dans le cas d'un mouvement circulaire.</p>

<p><b>Mesure du temps et oscillateur, amortissement</b></p> <p>Travail d'une force. Force conservative ; énergie potentielle.</p> <p>Forces non conservatives : exemple des frottements.</p> <p>Énergie mécanique.</p> <p>Étude énergétique des oscillations libres d'un système mécanique. Dissipation d'énergie.</p> <p>Définition du temps atomique.</p>	<p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique ;</li> <li>- son amortissement.</li> </ul> <p>Établir et exploiter les expressions du travail d'une force constante (force de pesanteur, force électrique dans le cas d'un champ uniforme).</p> <p>Établir l'expression du travail d'une force de frottement d'intensité constante dans le cas d'une trajectoire rectiligne.</p> <p>Analyser les transferts énergétiques au cours d'un mouvement d'un point matériel.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un oscillateur.</i></p> <p>Extraire et exploiter des informations sur l'influence des phénomènes dissipatifs sur la problématique de la mesure du temps et la définition de la seconde.</p> <p>Extraire et exploiter des informations pour justifier l'utilisation des horloges atomiques dans la mesure du temps.</p>
<p><b>Temps et relativité restreinte</b></p> <p>Invariance de la vitesse de la lumière et caractère relatif du temps.</p> <p>Postulat d'Einstein. Tests expérimentaux de l'invariance de la vitesse de la lumière.</p> <p>Notion d'événement. Temps propre. Dilatation des durées. Preuves expérimentales.</p>	<p>Savoir que la vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens.</p> <p>Définir la notion de temps propre. Exploiter la relation entre durée propre et durée mesurée. Extraire et exploiter des informations relatives à une situation concrète où le caractère relatif du temps est à prendre en compte.</p>
<p><b>Temps et évolution chimique : cinétique et catalyse</b></p> <p>Réactions lentes, rapides ; durée d'une réaction chimique.</p> <p>Facteurs cinétiques. Évolution d'une quantité de matière au cours du temps. Temps de demi-réaction.</p> <p>Catalyse homogène, hétérogène et enzymatique.</p>	<p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour suivre dans le temps une synthèse organique par CCM et en estimer la durée.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence quelques paramètres influençant l'évolution temporelle d'une réaction chimique : concentration, température, solvant.</i></p> <p>Déterminer un temps de demi-réaction.</p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence le rôle d'un catalyseur.</i></p> <p>Extraire et exploiter des informations sur la catalyse, notamment en milieu biologique et dans le domaine industriel, pour en dégager l'intérêt.</p>

## Structure et transformation de la matière

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Représentation spatiale des molécules</b> Chiralité : définition, approche historique.</p> <p>Représentation de Cram.</p> <p>Carbone asymétrique. Chiralité des acides <math>\alpha</math>-aminés.</p> <p>Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérisation (<i>Z/E</i>, deux atomes de carbone asymétriques).</p> <p>Conformation : rotation autour d'une liaison simple ; conformation la plus stable.</p> <p>Formule topologique des molécules organiques.</p> <p>Propriétés biologiques et stéréoisomérisation.</p>	<p>Reconnaître des espèces chirales à partir de leur représentation.</p> <p>Utiliser la représentation de Cram.</p> <p>Identifier les atomes de carbone asymétrique d'une molécule donnée.</p> <p>À partir d'un modèle moléculaire ou d'une représentation, reconnaître si des molécules sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence des propriétés différentes de diastéréoisomères.</i></p> <p><i>Visualiser, à partir d'un modèle moléculaire ou d'un logiciel de simulation, les différentes conformations d'une molécule.</i></p> <p>Utiliser la représentation topologique des molécules organiques.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur : - les propriétés biologiques de stéréoisomères, - les conformations de molécules biologiques, pour mettre en évidence l'importance de la stéréoisomérisation dans la nature.</p>
<p><b>Transformation en chimie organique</b></p> <p>Aspect macroscopique : - Modification de chaîne, modification de groupe caractéristique. - Grandes catégories de réactions en chimie organique : substitution, addition, élimination.</p> <p>Aspect microscopique : - Liaison polarisée, site donneur et site accepteur de doublet d'électrons. - Interaction entre des sites donneurs et accepteurs de doublet d'électrons ; représentation du mouvement d'un doublet d'électrons à l'aide d'une flèche courbe lors d'une étape d'un mécanisme réactionnel.</p>	<p>Reconnaître les groupes caractéristiques dans les alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide. Utiliser le nom systématique d'une espèce chimique organique pour en déterminer les groupes caractéristiques et la chaîne carbonée. Distinguer une modification de chaîne d'une modification de groupe caractéristique. Déterminer la catégorie d'une réaction (substitution, addition, élimination) à partir de l'examen de la nature des réactifs et des produits.</p> <p>Déterminer la polarisation des liaisons en lien avec l'électronégativité (table fournie). Identifier un site donneur, un site accepteur de doublet d'électrons. Pour une ou plusieurs étapes d'un mécanisme réactionnel donné, relier par une flèche courbe les sites donneur et accepteur en vue d'expliquer la formation ou la rupture de liaisons.</p>

<p><b>Réaction chimique par échange de proton</b> Le pH : définition, mesure.</p> <p>Théorie de Brønsted : acides faibles, bases faibles ; notion d'équilibre ; couple acide-base ; constante d'acidité <math>K_a</math>. Échelle des <math>pK_a</math> dans l'eau, produit ionique de l'eau ; domaines de prédominance (cas des acides carboxyliques, des amines, des acides <math>\alpha</math>-aminés).</p> <p>Réactions quasi-totales en faveur des produits : - acide fort, base forte dans l'eau ; - mélange d'un acide fort et d'une base forte dans l'eau.</p> <p>Réaction entre un acide fort et une base forte : aspect thermique de la réaction. Sécurité.</p> <p>Contrôle du pH : solution tampon ; rôle en milieu biologique.</p>	<p><i>Mesurer le pH d'une solution aqueuse.</i></p> <p>Reconnaître un acide, une base dans la théorie de Brønsted. Utiliser les symbolismes <math>\rightarrow</math>, <math>\leftarrow</math> et <math>\rightleftharpoons</math> dans l'écriture des réactions chimiques pour rendre compte des situations observées. Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide-base connaissant le pH du milieu et le <math>pK_a</math> du couple. <i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer une constante d'acidité.</i></p> <p>Calculer le pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou de base forte de concentration usuelle.</p> <p><i>Mettre en évidence l'influence des quantités de matière mises en jeu sur l'élévation de température observée.</i></p> <p>Extraire et exploiter des informations pour montrer l'importance du contrôle du pH dans un milieu biologique.</p>
--	---

## Énergie, matière et rayonnement

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Du macroscopique au microscopique</b></p> <p>Constante d'Avogadro.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur un dispositif expérimental permettant de visualiser les atomes et les molécules.</p> <p>Évaluer des ordres de grandeurs relatifs aux domaines microscopique et macroscopique.</p>
<p><b>Transferts d'énergie entre systèmes macroscopiques</b> Notions de système et d'énergie interne. Interprétation microscopique.</p> <p>Capacité thermique.</p> <p>Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Flux thermique. Résistance thermique. Notion d'irréversibilité.</p> <p>Bilans d'énergie.</p>	<p>Savoir que l'énergie interne d'un système macroscopique résulte de contributions microscopiques.</p> <p>Connaître et exploiter la relation entre la variation d'énergie interne et la variation de température pour un corps dans un état condensé.</p> <p>Interpréter les transferts thermiques dans la matière à l'échelle microscopique. Exploiter la relation entre le flux thermique à travers une paroi plane et l'écart de température entre ses deux faces.</p> <p>Établir un bilan énergétique faisant intervenir transfert thermique et travail.</p>
<p><b>Transferts quantiques d'énergie</b> Émission et absorption quantiques. Émission stimulée et amplification d'une onde lumineuse. Oscillateur optique : principe du laser.</p> <p>Transitions d'énergie : électroniques, vibratoires.</p>	<p>Connaître le principe de l'émission stimulée et les principales propriétés du laser (directivité, monochromaticité, concentration spatiale et temporelle de l'énergie). <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.</i></p> <p>Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu.</p>

<p><b>Dualité onde-particule</b> Photon et onde lumineuse.</p> <p>Particule matérielle et onde de matière ; relation de de Broglie.</p> <p>Interférences photon par photon, particule de matière par particule de matière.</p>	<p>Savoir que la lumière présente des aspects ondulatoire et particulaire.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur les ondes de matière et sur la dualité onde-particule. Connaître et utiliser la relation <math>p = h/\lambda</math>. Identifier des situations physiques où le caractère ondulatoire de la matière est significatif.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur les phénomènes quantiques pour mettre en évidence leur aspect probabiliste.</p>
--	---

## Agir

### Défis du XXIème siècle

**En quoi la science permet-elle de répondre aux défis rencontrés par l'Homme dans sa volonté de développement tout en préservant la planète ?**

### Économiser les ressources et respecter l'environnement

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Enjeux énergétiques</b> Nouvelles chaînes énergétiques.</p> <p>Économies d'énergie.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur des réalisations ou des projets scientifiques répondant à des problématiques énergétiques contemporaines.</p> <p>Faire un bilan énergétique dans les domaines de l'habitat ou du transport. Argumenter sur des solutions permettant de réaliser des économies d'énergie.</p>
<p><b>Apport de la chimie au respect de l'environnement</b> Chimie durable : - économie d'atomes ; - limitation des déchets ; - agro ressources ; - chimie douce ; - choix des solvants ; - recyclage. Valorisation du dioxyde de carbone.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations en lien avec : - la chimie durable, - la valorisation du dioxyde de carbone pour comparer les avantages et les inconvénients de procédés de synthèse du point de vue du respect de l'environnement.</p>
<p><b>Contrôle de la qualité par dosage</b> Dosages par étalonnage : - spectrophotométrie ; loi de Beer-Lambert ; - conductimétrie ; explication qualitative de la loi de Kohlrausch, par analogie avec la loi de Beer-Lambert.</p> <p>Dosages par titrage direct. Réaction support de titrage ; caractère quantitatif. Équivalence dans un titrage ; repérage de l'équivalence pour un titrage pH-métrique, conductimétrique et par utilisation d'un indicateur de fin de réaction.</p>	<p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de courbes d'étalonnage en utilisant la spectrophotométrie et la conductimétrie, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.</i></p> <p>Établir l'équation de la réaction support de titrage à partir d'un protocole expérimental. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique et par la visualisation d'un changement de couleur, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.</i> Interpréter qualitativement un changement de pente dans un titrage conductimétrique.</p>

## Synthétiser des molécules, fabriquer de nouveaux matériaux

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Stratégie de la synthèse organique</b>            Protocole de synthèse organique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identification des réactifs, du solvant, du catalyseur, des produits ;</li> <li>- détermination des quantités des espèces mises en jeu, du réactif limitant ;</li> <li>- choix des paramètres expérimentaux : température, solvant, durée de la réaction, pH ;</li> <li>- choix du montage, de la technique de purification, de l'analyse du produit ;</li> <li>- calcul d'un rendement ;</li> <li>- aspects liés à la sécurité ;</li> <li>- coûts.</li> </ul>	<p>Effectuer une analyse critique de protocoles expérimentaux pour identifier les espèces mises en jeu, leurs quantités et les paramètres expérimentaux. Justifier le choix des techniques de synthèse et d'analyse utilisées.</p> <p>Comparer les avantages et les inconvénients de deux protocoles.</p>
<p><b>Sélectivité en chimie organique</b>            Composé polyfonctionnel : réactif chimiosélectif, protection de fonctions.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sur l'utilisation de réactifs chimiosélectifs,</li> <li>- sur la protection d'une fonction dans le cas de la synthèse peptidique,</li> </ul> <p>pour mettre en évidence le caractère sélectif ou non d'une réaction.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour synthétiser une molécule organique d'intérêt biologique à partir d'un protocole.</i>  <i>Identifier des réactifs et des produits à l'aide de spectres et de tables fournis.</i></p>

## Transmettre et stocker de l'information

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Chaîne de transmission d'informations</b></p>	<p>Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations.</p> <p>Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d'informations et leur évolution récente.</p>
<p><b>Images numériques</b>            Caractéristiques d'une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris.</p>	<p>Associer un tableau de nombres à une image numérique.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.</i></p>
<p><b>Signal analogique et signal numérique</b>            Conversion d'un signal analogique en signal numérique.</p> <p>Échantillonnage ; quantification ; numérisation.</p>	<p>Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal (d'origine sonore par exemple).</i></p>

<p><b>Procédés physiques de transmission</b>          Propagation libre et propagation guidée.          Transmission :          - par câble ;          - par fibre optique : notion de mode ;          - transmission hertzienne.</p> <p>Débit binaire.</p> <p>Atténuations.</p>	<p>Exploiter des informations pour comparer les différents types de transmission.</p> <p>Caractériser une transmission numérique par son débit binaire.          Évaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation.  <i>Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique).</i></p>
<p><b>Stockage optique</b>          Écriture et lecture des données sur un disque optique.          Capacités de stockage.</p>	<p>Expliquer le principe de la lecture par une approche interférentielle.          Relier la capacité de stockage et son évolution au phénomène de diffraction.</p>

## Créer et innover

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Culture scientifique et technique ; relation science-société.          Métiers de l'activité scientifique (partenariat avec une institution de recherche, une entreprise, etc.).</p>	<p>Rédiger une synthèse de documents pouvant porter sur :          - l'actualité scientifique et technologique ;          - des métiers ou des formations scientifiques et techniques ;          - les interactions entre la science et la société.</p>

## ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

L'enseignement de spécialité de physique-chimie prépare l'élève à une poursuite d'études scientifiques dans ce domaine en consolidant son choix d'orientation. Il lui permet en effet d'affirmer sa maîtrise de la démarche scientifique ainsi que celle des pratiques expérimentales et lui offre le moyen de tester ses goûts et ses compétences.

En plaçant l'élève en situation de recherche et d'action, cet enseignement lui permet de consolider les compétences associées à une démarche scientifique. L'élève est ainsi amené à développer trois activités essentielles chez un scientifique :

- la pratique expérimentale ;
- l'analyse et la synthèse de documents scientifiques ;
- la résolution de problèmes scientifiques.

Pour cela, le programme de spécialité fait appel à l'étude de trois thèmes, un thème de chimie (l'eau), un thème de physique (son et musique) et un thème (matériaux) qui conjugue des apports de chimie et de physique.

Pour chacun des trois thèmes, le professeur aborde tous les domaines d'étude en développant son enseignement à partir de quelques mots-clés choisis parmi ceux de la colonne de droite du programme.

Ces mots-clés sous-tendent des connaissances nouvelles complétant l'enseignement spécifique. Nécessaires à la compréhension des sujets étudiés, elles ne sont cependant pas exigibles au baccalauréat.

La pratique expérimentale doit être soutenue et diversifiée et favoriser l'initiative des élèves. Pour chaque thème, elle doit prendre en compte leurs centres d'intérêt.

L'analyse et la synthèse de documents scientifiques prolongent les compétences « extraire et exploiter » mises en œuvre dans l'enseignement spécifique. Elles conduisent l'élève à présenter de façon objective et critique, structurée et claire, les éléments qu'il aura extraits et exploités des documents scientifiques mis à sa disposition.

Lors de la démarche de résolution de problèmes scientifiques, l'élève analyse le problème posé pour en comprendre le sens, construit des étapes de résolution et les met en œuvre. Il porte un regard critique sur le résultat, notamment par l'évaluation d'un ordre de grandeur ou par des considérations sur l'homogénéité. Il examine la pertinence des étapes de résolution qu'il a élaborées et les modifie éventuellement en conséquence. Il ne s'agit donc pas pour lui de suivre les étapes de résolution qui seraient imposées par la rédaction d'un exercice, mais d'imaginer lui-même une ou plusieurs pistes pour répondre à la question scientifique posée. C'est sur la façon d'appréhender une question scientifique, sur le choix raisonné de la méthode de résolution et sur les moyens de vérification qu'est centrée la formation de l'élève lors de la démarche de résolution de problème.

Les situations rencontrées par l'élève en cours de formation ainsi qu'au baccalauréat se limiteront aux domaines d'étude des trois thèmes de l'enseignement de spécialité. Le professeur fera largement appel à des situations comportant une dimension expérimentale.

**Thème 1 : l'eau**

<b>Domaines d'étude</b>	<b>Mots-clés</b>
Eau et environnement	Mers, océans ; climat ; traceurs chimiques. Érosion, dissolution, concrétion. Surveillance et lutte physico-chimique contre les pollutions ; pluies acides.
Eau et ressources	Production d'eau potable ; traitement des eaux Ressources minérales et organiques dans les océans ; hydrates de gaz.
Eau et énergie	Piles à combustible. Production de dihydrogène.

**Thème 2 : son et musique**

<b>Domaines d'étude</b>	<b>Mots-clés</b>
Instruments de musique	Instruments à cordes, à vent et à percussion. Instruments électroniques. Acoustique musicale ; gammes ; harmonies. Traitement du son.
Émetteurs et récepteurs sonores	Voix ; acoustique physiologique. Microphone ; enceintes acoustiques ; casque audio. Reconnaissance vocale.
Son et architecture	Auditorium ; salle sourde. Isolation phonique ; acoustique active ; réverbération.

**Thème 3 : matériaux**

<b>Domaines d'étude</b>	<b>Mots-clés</b>
Cycle de vie	Élaboration, vieillissement, corrosion, protection, recyclage, élimination.
Structure et propriétés	Conducteurs, supraconducteurs, cristaux liquides. Semi-conducteurs, photovoltaïques. Membranes. Colles et adhésifs Tensioactifs, émulsions, mousses.
Nouveaux matériaux	Nanotubes, nanoparticules. Matériaux nanostructurés. Matériaux composites Céramiques, verres. Matériaux biocompatibles, textiles innovants.