

8	9	Programme capes
		Lycées
11	16	Term STI2D et STL, spécialité SPCL
17	33	Term STL Spé SPCL
34	39	Term STL Biotechno
40	44	Term ST2S
46	58	TS spécifique
58	60	TS spécialité
62	66	1ère des séries STI2D et STL
68	72	1ère ST2S
73	77	Term et 1ère ST2A
79	84	1ère de la série STL SPCL Sciences Physiques et Chimiques en Laboratoire
86	91	1ère S
93	102	1ère des séries ES et L
103	109	2nde SCIENCES ET LABORATOIRE EN CLASSE DE SECONDE GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE Enseignement d'exploration
111	120	2nde GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE
123	134	Collège
135	138	CLASSE DE CINQUIÈME
139	143	CLASSE DE QUATRIÈME
144	148	CLASSE DE TROISIÈME
149	167	Nouveaux profils des étudiants scientifiques en physique-chimie, à partir de la rentrée 2013
168	174	Référentiel des compétences professionnelles ...
175	193	Repères pour la formation en physique- chimie au cycle terminal scientifique
194	201	Recommandations pour la conception de l'épreuve écrite BAC S

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'éducation nationale

Arrêté du

fixant les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat du second degré

NOR : MENH1310120A

Le ministre de l'éducation nationale et la ministre de la réforme de l'Etat, de la décentralisation et de la fonction publique,

Vu le code de l'éducation ;

Vu le décret n° 72-581 du 4 juillet 1972 modifié relatif au statut particulier des professeurs certifiés ;

Vu le décret n° 2002-766 du 3 mai 2002 relatif aux modalités de désignation, par l'administration, dans la fonction publique de l'Etat, des membres des jurys et des comités de sélection et de ses représentants au sein des organismes consultatifs ;

Vu le décret n° 2004-1105 du 19 octobre 2004 relatif à l'ouverture des procédures de recrutement dans la fonction publique de l'Etat ;

Arrêtent :

Article 1^{er}

Le concours externe, le concours interne et le troisième concours de recrutement de professeurs certifiés en vue de l'obtention du certificat d'aptitude au professorat du second degré, institués par le décret du 4 juillet 1972 susvisé, sont organisés conformément aux dispositions du présent arrêté dans les sections suivantes :

Section arts plastiques.

Section documentation.

Section éducation musicale et chant choral.

Section histoire et géographie.

Section langue corse.

Section langues régionales : basque, breton, catalan, créole, occitan-langue d'oc.

Section langues vivantes étrangères : allemand, anglais, arabe, chinois, espagnol, hébreu, italien, néerlandais, portugais, russe.

Section langue des signes française.

Section lettres : option lettres classiques ; option lettres modernes.

Section mathématiques.

Section philosophie.

Section physique chimie.

Section sciences économiques et sociales.

Section sciences de la vie et de la Terre.

Section tahitien.

Article 2

Le nombre de places offertes aux concours externe, interne et, le cas échéant, au troisième concours, et la date de clôture des registres d'inscription sont fixés par arrêté du ministre chargé de l'éducation, après avis conforme du ministre chargé de la fonction publique, dans les conditions fixées par l'article 2 du décret du 19 octobre 2004 susvisé.

La date d'ouverture des sessions, les modalités d'inscription, les centres dans lesquels les épreuves sont organisées ainsi que la répartition des places entre les sections sont fixés par arrêté du ministre chargé de l'éducation. Les candidats sont tenus de s'inscrire dans les conditions et les délais fixés par ces arrêtés.

Article 3

Le concours externe comporte deux épreuves d'admissibilité et deux épreuves d'admission.

Le concours interne et le troisième concours comporte une épreuve d'admissibilité et une épreuve d'admission.

L'épreuve d'admissibilité du concours interne est organisée, selon la section concernée, suivant l'une des modalités ci-après :

1° Epreuve écrite sur un sujet faisant appel aux connaissances disciplinaires et aux facultés d'analyse du candidat ;

2° Etude par le jury d'un dossier de reconnaissance des acquis de l'expérience professionnelle établi par le candidat conformément aux modalités décrites en annexe II du présent arrêté. Le dossier comportant les éléments mentionnés à cette annexe est adressé par le candidat au ministre chargé de l'éducation dans le délai et selon les modalités fixées par l'arrêté d'ouverture du concours.

Le descriptif de chacune des épreuves des concours externe et interne et du troisième concours est fixé aux annexes I, II, III et IV du présent arrêté.

Article 4

Un jury est institué pour chacune des sections et éventuellement options de ces concours. Toutefois, un jury peut être commun au concours externe et au troisième concours pour une même section.

Chaque jury comprend un président et, en tant que de besoin, un ou plusieurs vice-présidents, nommés par le ministre chargé de l'éducation, sur proposition du directeur chargé des personnels enseignants. Ils sont choisis parmi les inspecteurs généraux de l'éducation nationale, les inspecteurs d'académie-inspecteurs pédagogiques régionaux et les enseignants-chercheurs.

Les membres du jury, nommés par le ministre chargé de l'éducation, sont choisis, sur proposition du président, parmi les inspecteurs généraux de l'éducation nationale, les inspecteurs d'académie-inspecteurs pédagogiques régionaux, les personnels de direction d'établissements

d'enseignement ou de formation relevant du ministre chargé de l'éducation, les membres des corps enseignants de l'enseignement supérieur, les professeurs agrégés, les professeurs certifiés et les conseillers principaux d'éducation.

Les jurys peuvent, également, comprendre des personnes choisies en fonction de leurs compétences particulières.

Article 5

Lorsque le président du jury se trouve dans l'impossibilité de poursuivre sa mission, un vice-président ou un autre membre du jury appartenant à l'une des catégories d'agents visés au deuxième alinéa de l'article 4 est désigné sans délai par le ministre sur proposition du directeur chargé des personnels enseignants pour le remplacer.

Article 6

Le président, le ou les vice-présidents et les membres du jury ne peuvent participer à plus de quatre sessions successives. À titre exceptionnel, leur mandat peut être prorogé pour une session.

Article 7

Les sujets des épreuves écrites sont choisis par le ministre chargé de l'éducation sur proposition du président du jury. Ils sont établis en tenant compte des programmes d'enseignement en vigueur dans les classes des collèges et lycées et, éventuellement, dans les sections de techniciens supérieurs et les classes préparatoires aux grandes écoles.

Article 8

Lorsque le jury se constitue en groupes d'examineurs, chaque groupe comprend deux examinateurs au moins, sans pouvoir excéder trois examinateurs en moyenne pour l'ensemble des groupes de ce jury. Pour une même épreuve, chaque groupe est constitué du même nombre d'examineurs tout au long de la session.

Article 9

Le ministre chargé de l'éducation nationale peut, conformément aux dispositions du deuxième alinéa de l'article 23 du décret du 4 juillet 1972 susvisé, dispenser, sur leur demande, les élèves des écoles normales supérieures, remplissant les conditions de diplômes prévues pour l'inscription au concours externe des épreuves d'admissibilité de ce concours. Le jury attribue aux élèves ayant obtenu cette dispense un nombre de points correspondant à la moyenne des notes obtenues aux épreuves d'admissibilité par les candidats admissibles au concours dans la section considérée. Ces candidats sont tenus de subir les épreuves d'admission.

Article 10

Les épreuves sont notées de 0 à 20. Pour toutes les épreuves, la note zéro est éliminatoire.

Article 11

Le fait de ne pas participer à une épreuve ou à une partie d'épreuve, de s'y présenter en retard après l'ouverture des enveloppes contenant les sujets, de rendre une copie blanche, d'omettre de rendre la copie à la fin de l'épreuve, de ne pas respecter les choix faits au moment de l'inscription ou de ne pas remettre au jury un dossier ou un rapport ou tout document devant être fourni par le candidat dans le délai et selon les modalités prévues pour chaque concours entraîne l'élimination du candidat.

Article 12

Les copies des épreuves écrites d'admissibilité des candidats sont rendues anonymes avant d'être soumises à une double correction.

Lorsqu'une épreuve d'admissibilité consiste en l'étude par le jury d'un dossier de reconnaissance des acquis de l'expérience professionnelle, ce dossier est soumis à double correction.

A l'issue de la correction des épreuves d'admissibilité, le jury fixe, après délibération, la liste des candidats admis à subir les épreuves d'admission.

L'anonymat des épreuves écrites d'admissibilité n'est levé qu'après la délibération du jury. A l'issue des épreuves d'admission et après délibération, le jury, en fonction du nombre total de points que les candidats ont obtenus à l'ensemble des deux séries d'épreuves et dans la limite des places mises au concours, fixe par ordre de mérite la liste des candidats qu'il propose au ministre chargé de l'éducation pour l'admission au concours.

Le ministre chargé de l'éducation arrête, par section, éventuellement par option, dans l'ordre de mérite, la liste des candidats déclarés admis aux concours.

Article 13

Si plusieurs candidats ont obtenu le même nombre de points, ils sont départagés de la façon suivante lors de l'établissement de la liste d'admission :

1° Pour le concours externe :

La priorité est accordée à celui qui a obtenu la note la plus élevée à la première épreuve d'admission ; en cas d'égalité de points à la première épreuve d'admission, la priorité est donnée au candidat ayant obtenu la meilleure note à la première épreuve écrite d'admissibilité ; si l'égalité subsiste, ils sont départagés par la meilleure note obtenue à la deuxième épreuve d'admissibilité.

2° Pour le concours interne et le troisième concours, la priorité est accordée à celui qui a obtenu la note la plus élevée à l'épreuve d'admission.

Article 14

Lors des épreuves, il est interdit aux candidats :

1° D'introduire dans le lieu des épreuves tout document, note ou matériel non autorisé par le jury du concours ;

2° De communiquer entre eux ou de recevoir des renseignements de l'extérieur ;

3° De sortir de la salle sans autorisation du surveillant responsable et sans être accompagnés par un autre surveillant ;

4° De perturber par leur comportement le bon déroulement des épreuves.

Les candidats doivent se prêter aux surveillances et vérifications nécessaires.

Article 15

Toute infraction au règlement, toute fraude ou toute tentative de fraude dûment constatée entraîne l'exclusion du concours, sans préjudice de l'application, le cas échéant, des dispositions pénales prévues par la loi du 23 décembre 1901 réprimant les fraudes dans les examens et concours publics et de la sanction disciplinaire éventuellement encourue si le candidat est déjà au service d'une administration. La même mesure peut être prise contre les complices de l'auteur principal de la fraude ou de la tentative de fraude.

Aucune sanction immédiate n'est prise en cas de flagrant délit. Le surveillant responsable établit un rapport que le recteur d'académie transmet au ministre chargé de l'éducation.

Aucune décision ne peut être prise sans que l'intéressé ait été convoqué et mis en état de présenter sa défense.

L'exclusion du concours est prononcée par le ministre chargé de l'éducation, sur proposition du président du jury.

La décision motivée est notifiée sans délai à l'intéressé par lettre recommandée avec accusé de réception.

Article 16

Toute copie apparaissant suspecte en cours de correction est signalée par le correcteur au président du jury. En cas de fraude reconnue, son auteur est exclu du concours dans les conditions prévues aux trois derniers alinéas de l'article 15.

Article 17

Les concours externe, interne et troisième concours ouverts avant la date de publication du présent arrêté, selon les conditions de l'arrêté du 28 décembre 2009 modifié fixant les sections et les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat du second degré, sont et demeurent régis par ce texte jusqu'à la fin de la session.

Article 18

Sous réserve des dispositions de l'article 17, l'arrêté du 28 décembre 2009 modifié fixant les sections et les modalités d'organisation des concours du certificat d'aptitude au professorat du second degré est abrogé.

Article 19

Les dispositions du présent arrêté prennent effet le 1^{er} septembre 2013.

Article 20

Les annexes I, II, III et IV font l'objet d'une publication au *Journal officiel* de la République française.

Article 21

La directrice générale des ressources humaines est chargée de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le

La ministre de la réforme de l'Etat, de la
décentralisation et de la fonction publique,

Le ministre de l'éducation nationale,

Section physique chimie

A. - Epreuves d'admissibilité

Les sujets peuvent porter, au choix du jury, soit sur la physique pour l'une des épreuves et sur la chimie pour l'autre épreuve, soit associer ces deux champs dans les deux épreuves.

Le programme des épreuves est constitué des programmes de physique et de chimie du collège, du lycée (voies générale et technologique) et des enseignements post-baccalauréat (sections de techniciens supérieurs et classes préparatoires aux grandes écoles). Les notions traitées dans ces programmes doivent pouvoir être abordées au niveau M1 du cycle master.

1° Composition.

Cette épreuve repose sur la maîtrise des savoirs académiques et de la pratique d'une démarche scientifique ; elle peut être complétée par une exploitation dans le cadre des enseignements au collège ou au lycée.

Durée : cinq heures ; coefficient 1.

2° Exploitation d'un dossier documentaire.

Cette épreuve s'appuie sur l'exploitation de documents pour un niveau de classe déterminé par le jury. Elle vise à évaluer les capacités d'analyse, de synthèse et d'argumentation ainsi que l'aptitude à mobiliser des savoirs disciplinaires et didactiques dans une activité d'enseignement.

L'épreuve permet au candidat de mettre ses savoirs en perspective et de manifester un recul critique vis-à-vis de ces savoirs.

Durée : cinq heures ; coefficient 1.

B. - Epreuves d'admission

Les deux épreuves orales d'admission comportent un entretien avec le jury qui permet d'évaluer la capacité du candidat à s'exprimer avec clarté et précision, à réfléchir aux enjeux scientifiques, didactiques, épistémologiques, culturels et sociaux que revêt l'enseignement du champ disciplinaire du concours, notamment dans son rapport avec les autres champs disciplinaires.

Un tirage au sort détermine la partie (physique ou chimie) du champ disciplinaire sur laquelle

porte l'épreuve 1. L'épreuve 2 porte sur la partie (physique ou chimie) n'ayant pas fait l'objet de la première épreuve d'admission.

1° Epreuve de mise en situation professionnelle.

Le candidat élabore une séquence pédagogique à caractère expérimental sur un sujet proposé par le jury.

Il met en œuvre des expériences de manière authentique, dans le respect des conditions de sécurité et en effectue une exploitation pédagogique pour les classes de collège et de lycée. Une au moins de ces expériences doit être quantitative et une au moins doit utiliser les technologies de l'information et de la communication. L'entretien avec le jury lui permet de justifier ses choix didactiques et pédagogiques.

Durée de la préparation : quatre heures ; durée de l'épreuve : une heure (présentation : trente minutes maximum ; entretien : trente minutes maximum) ; coefficient 2.

2° Épreuve d'analyse d'une situation professionnelle.

L'épreuve prend appui sur un dossier fourni par le jury. Le dossier, constitué de documents scientifiques, didactiques, pédagogiques, d'extraits de manuels ou de productions d'élèves, permet de présenter une situation d'enseignement en collège ou en lycée.

L'entretien permet aussi d'évaluer la capacité du candidat à prendre en compte les acquis et les besoins des élèves, à se représenter la diversité des conditions d'exercice de son métier futur, à en connaître de façon réfléchie le contexte dans ses différentes dimensions (classe, équipe éducative, établissement, institution scolaire, société), et les valeurs qui le portent dont celles de la République.

Durée de la préparation : deux heures ; durée de l'épreuve : une heure (exposé : trente minutes maximum; entretien : trente minutes maximum) ; coefficient 2.

Programme de l'enseignement Á
Á
obligatoire de physique-chimie

Classe terminale des séries
Á
technologiques STI2D et STL,
spécialité SPCL



education.gouv.fr

[Accueil](#) > [Le Bulletin officiel](#) > [Bulletin officiel](#) > 2011 > spécial n°8 du 13 octobre 2011

Bulletin officiel spécial n°8 du 13 octobre 2011

Enseignement de physique-chimie des séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable et sciences et technologies de laboratoire, spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire - classe terminale

NOR : MENE1121679A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de physique-chimie en classe terminale des séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable et sciences et technologies de laboratoire - spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement obligatoire de physique-chimie

Classe terminale des séries technologiques STI2D et STL, spécialité SPCL

Les objectifs et les démarches de l'enseignement de physique-chimie des séries STI2D et STL se situent dans le prolongement de l'initiation aux sciences physiques et chimiques entreprise au collège puis en classe de seconde et de première. Au travers de l'apprentissage de la démarche scientifique, cet enseignement vise l'acquisition ou le renforcement chez les élèves de connaissances des lois et des modèles physiques et chimiques fondamentaux, de compétences expérimentales et d'une méthodologie de résolution de problèmes dans les domaines en lien avec les technologies industrielles ou de laboratoire, sans spécialisation excessive. Il doit permettre aux élèves d'accéder à des poursuites d'études supérieures scientifiques et technologiques dans de nombreuses spécialités et d'y réussir, puis de faire face aux évolutions scientifiques et technologiques qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles. L'accent est donc mis sur l'acquisition d'une culture scientifique, de notions et de compétences pérennes pouvant être réinvesties dans le cadre d'une formation tout au long de la vie.

Depuis des siècles, les sciences ont contribué à apporter des réponses aux problèmes qui se sont posés à l'humanité et l'ont aidé à relever de véritables défis en contribuant largement au progrès technique ; elles permettent de mieux comprendre le monde complexe qui est le nôtre et ses modes de fonctionnement, notamment ceux qui résultent de la technologie omniprésente.

Dans les séries technologiques STI2D et STL, les programmes d'enseignement privilégient une approche thématique ouverte sur les réalités contemporaines, permettant d'articuler les connaissances et les capacités fondamentales en les contextualisant. Cette démarche permet d'**identifier** des phénomènes et propriétés relevant du champ des sciences physiques et chimiques dans des réalisations technologiques, de **préciser** les problèmes qu'elles ont permis de résoudre, de **mettre en évidence** le rôle qu'elles ont joué dans l'élaboration des objets ou des systèmes simples, complexes ou innovants actuels, de **souligner** la place qu'elles peuvent et doivent tenir pour faire face aux grands défis de société.

Complémentaire, une mise en perspective historique fournit l'occasion de faire ressortir comment les allers-retours entre la technologie et les sciences physiques et chimiques ont permis de formidables inventions, découvertes et innovations scientifiques et technologiques. Celles-ci ont conduit à la réalisation de progrès techniques tout autant que de grandes avancées intellectuelles

dans l'intelligibilité du monde réel.

De même que la science n'est pas faite de vérités intangibles et immuables, la technologie est en perpétuelle évolution. Qu'il s'agisse de la compréhension du monde pour le chercheur ou de la conception de nouveaux dispositifs pour l'ingénieur, leurs activités procèdent de démarches intellectuelles analogues ; il s'agit pour eux, à partir d'un questionnement, de rechercher des réponses ou des solutions à un problème, de les enrichir et de les faire évoluer avec le temps pour les rendre plus efficaces. Ces procédures entre travail conceptuel, modélisation et expérimentation constituent des composantes de la démarche scientifique. Initier l'élève à la **démarche scientifique**, c'est lui permettre de développer des compétences nécessaires pour prendre des décisions raisonnables et éclairées dans les nombreuses situations nouvelles qu'il rencontrera tout au long de sa vie et, ainsi, le conduire à devenir un adulte libre, autonome et responsable.

Ces compétences nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l'activité scientifique :

- faire preuve d'initiative, de ténacité et d'esprit critique ;
- confronter ses représentations avec la réalité ;
- observer en faisant preuve de curiosité ;
- mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
- raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse.

La **modélisation** est une composante essentielle de la démarche scientifique. Elle a pour objectif de représenter une réalité (en la simplifiant souvent) et de prévoir son comportement. Les activités pédagogiques proposées amènent l'élève à **associer** un modèle à un phénomène, à **connaître** ses conditions de validité. Les résultats expérimentaux sont **analysés** et **confrontés** aux prévisions d'un modèle, lui-même travaillé grâce à des simulations qui peuvent à leur tour permettre de proposer des expérimentations.

Autre composante essentielle de la démarche scientifique, la **démarche 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 sont parfois déroutantes, où des expériences peuvent échouer, où chaque geste demande à être maîtrisé, où les mesures - toujours entachées d'erreurs aléatoires quand ce ne sont pas des erreurs systématiques - ne permettent de déterminer des valeurs de grandeurs qu'avec une incertitude qu'il faut pouvoir évaluer au mieux. La maîtrise de la précision dans le contexte des activités expérimentales est au cœur de l'enseignement de la physique et de la chimie. Elle participe à l'éducation des élèves à la construction d'une vision critique des informations données sous forme numérique, à la possibilité de les confronter à une norme, éducation indispensable pour l'évaluation des risques et la prise de décision.

Les **activités expérimentales** menées par les élèves sont un moyen d'appropriation de techniques, de méthodes, mais aussi de notions et de concepts. Associée à un questionnement inscrit dans un cadre de réflexion théorique, l'activité expérimentale, menée dans l'environnement du laboratoire, conduit notamment l'élève à **s'approprier** la problématique du travail à effectuer, à maîtriser l'environnement matériel (à l'aide de la documentation appropriée), à **justifier** ou à **proposer** un protocole, à **mettre en œuvre** un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité. L'élève doit porter un regard critique sur les résultats en identifiant les sources d'erreurs et en estimant l'incertitude sur les mesures.

L'activité expérimentale offre un cadre privilégié pour susciter la curiosité de l'élève, pour le rendre autonome et apte à prendre des initiatives et pour l'habituer à **communiquer** en utilisant des langages et des outils pertinents.

Ainsi, l'approche expérimentale ne peut se concevoir que si les conditions indispensables à une activité concrète, authentique et en toute sécurité sont réunies.

La pratique scientifique nécessite l'utilisation d'un langage spécifique. L'élève doit donc pouvoir :

- s'exprimer avec un langage scientifique rigoureux ;
- choisir des unités adaptées aux grandeurs physiques étudiées ;
- utiliser l'analyse dimensionnelle ;
- évaluer les ordres de grandeur d'un résultat.

Ces compétences sont indissociables des compétences mathématiques nécessaires. De plus, en devant présenter la démarche suivie et les résultats obtenus, l'élève est amené à pratiquer une activité de communication susceptible de le faire progresser dans la maîtrise des compétences langagières, orales et écrites, en langue française, mais aussi en anglais, langue de communication internationale dans le domaine scientifique.

L'usage adapté des Tic

La physique et la chimie fournissent naturellement l'occasion d'acquérir des compétences dans l'utilisation des Tic, certaines étant spécifiques à la discipline et d'autres d'une portée plus générale.

Outre la recherche documentaire, le recueil des informations, la connaissance de l'actualité scientifique, qui requièrent notamment l'exploration pertinente des ressources d'internet, l'activité expérimentale doit s'appuyer avec profit sur l'expérimentation assistée par ordinateur, la saisie et le traitement des mesures.

L'automatisation de l'acquisition et du traitement des données expérimentales peut ainsi permettre de dégager du temps pour la réflexion, en ouvrant aux aspects statistiques de la mesure et au dialogue entre théorie et expérience.

La simulation est l'une des modalités de la démarche scientifique susceptible d'être mobilisée par le professeur ou par les élèves eux-mêmes.

L'usage de caméras numériques, de dispositifs de projection, de tableaux interactifs et de logiciels généralistes ou spécialisés doit être encouragé.

Les travaux pédagogiques et les réalisations d'élèves gagneront à s'insérer dans le cadre d'un environnement numérique de travail (ENT), au cours ou en dehors des séances.

Il faudra toutefois veiller à ce que l'usage des Tic, comme auxiliaire de l'activité didactique, ne se substitue pas à une activité expérimentale directe et authentique.

Outre les sites ministériels, les sites académiques recensent des travaux de groupes nationaux, des ressources thématiques (Édubase), des adresses utiles sur les usages pédagogiques des Tic.

Présentation du programme

Ce programme est présenté selon deux colonnes intitulées :

- Notions et contenus : il s'agit des notions et des concepts scientifiques à construire ;
- Capacités exigibles : il s'agit des capacités que les élèves doivent maîtriser en fin de cycle.

Il convient de ne pas procéder à une lecture linéaire de ce programme, mais de proposer une progression qui :

- s'appuie sur les acquis des élèves en seconde et en première, ce qui peut nécessiter la mise en place d'une évaluation diagnostique ;
- est organisée autour des thèmes ;
- vise la mise en œuvre par les élèves des compétences présentées dans le préambule et des capacités exigibles décrites dans le programme.

Pour des raisons d'efficacité pédagogique, le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et des concepts, se déploiera à partir d'objets techniques, professionnels, familiers ou à partir de procédés simples ou complexes, emblématiques du monde contemporain. Cette approche crée un contexte d'apprentissage stimulant, susceptible de mobiliser les élèves autour d'activités pratiques et permettant de développer des compétences variées. Cela fournit aussi l'occasion de montrer comment les sciences physiques et chimiques peuvent contribuer à une meilleure prise de conscience des enjeux environnementaux et à l'éducation au développement durable.

Le programme est construit autour de trois concepts-clés de physique et de chimie : **l'énergie, la matière et l'information.**

L'énergie est au cœur de la vie quotidienne et de tous les systèmes techniques. Les grandes questions autour des « économies d'énergie » et plus largement de développement durable ne peuvent trouver de réponse qu'avec une maîtrise de ce concept et des lois qui lui sont attachées. Le programme permet, à travers de nombreux exemples, de mettre en évidence les notions de conservation et de qualité (et donc de dégradation) de l'énergie, les notions de transfert d'énergie, de conversion d'énergie et de rendement.

Pour ce qui concerne **la matière**, omniprésente sous forme minérale ou organique, qu'elle soit d'origine naturelle ou synthétique, le programme enrichit les modèles relatifs à sa constitution et à ses transformations. À travers l'étude de différents matériaux rencontrés dans la vie courante sont abordées les notions de liaisons, de macromolécules et d'interactions intermoléculaires pour rendre compte de propriétés macroscopiques spécifiques. Les transformations de la matière abordent les problématiques liées à la synthèse, les bilans de matière (lois de conservation) et les différents effets associées aux transformations physiques, chimiques et nucléaires (transfert thermique, travail électrique, rayonnement, travail mécanique). Les élèves sont sensibilisés au risque chimique et à la sauvegarde de l'environnement.

La prise **d'information**, son traitement et son utilisation sont présentes dans quasiment tous les dispositifs, que ce soit pour l'optimisation de l'utilisation des ressources dans l'habitat ou dans le transport, pour l'aide au déplacement ou dans le domaine du diagnostic médical. L'étude des chaînes d'information sera l'occasion de montrer que l'information peut être transportée par différentes grandeurs physiques, de faire le lien entre les capteurs et les lois physiques mises en œuvre, d'étudier la structure d'une chaîne d'information.

Dans la continuité du programme de première de physique-chimie, ces concepts sont introduits à travers trois thèmes :

- **Habitat** : ce thème donne la possibilité d'étudier la gestion de l'énergie (sous forme électrique, thermique, solaire, chimique), les fluides et la communication. Ce sera aussi l'occasion de s'intéresser aux produits d'entretien utilisés.
- **Transport** : ce thème permet de mettre en place les outils nécessaires à l'étude du mouvement d'un système, d'étudier différents types de motorisation (thermique et électrique), ainsi que des dispositifs de sécurité et d'assistance au déplacement.
- **Santé** : l'étude des outils du diagnostic fournit l'opportunité d'aborder les ondes électromagnétiques et la radioactivité.

L'objectif est de montrer que des **lois** importantes régissent le comportement d'objets ou de systèmes et permettent de prévoir des évolutions et des états finaux : lois de conservation de la matière et de l'énergie.

Ces thèmes font parfois appel aux mêmes concepts. Le professeur peut ainsi réinvestir, dans d'autres contextes, les connaissances et les capacités déjà introduites et travaillées lors de l'étude d'un autre thème.

La pratique d'activités expérimentales permet aussi d'acquérir des compétences dans le domaine de la **mesure** et des **incertitudes**. En faisant prendre conscience à l'élève des causes de limitation de la précision, des sources d'erreurs et de leurs implications sur la qualité de la mesure pour finalement aboutir à la validation d'une loi ou d'un modèle, on développe l'esprit critique, la capacité d'analyse et l'attitude citoyenne. 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.

Le tableau suivant résume les notions et capacités spécifiques relatives aux mesures et à leurs incertitudes que les élèves doivent **maîtriser** à la fin de la formation du lycée.

Ces notions diffusent dans chacun des thèmes du programme et ces capacités sont développées tout au long de l'année scolaire, dans le cadre des activités expérimentales. Elles ne font pas l'objet de séquences de cours spécifiques.

Notions et contenus

Erreurs et notions associées

Incertitudes et notions associées

Expression et acceptabilité du résultat

Capacités exigibles

- Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.).

- Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreur.
- Comparer le poids des différentes sources 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.

- 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.

Habitat

Gestion de l'énergie dans l'habitat

Notions et contenus

Énergie solaire : conversions photovoltaïque et thermique.
Modèle corpusculaire de la lumière, le photon.
Énergie d'un photon.

Capacités exigibles

- Citer les modes d'exploitation de l'énergie solaire au service de l'habitat.
- Schématiser les transferts et les conversions d'énergie mises en jeu dans un dispositif utilisant l'énergie solaire dans l'habitat ; donner des ordres de grandeur des échanges.
- Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.
- Mettre en œuvre une cellule photovoltaïque. Effectuer expérimentalement le bilan énergétique d'un panneau photovoltaïque.

Les fluides dans l'habitat

Notions et contenus

Pression dans un fluide parfait et incompressible en équilibre : pressions absolue, relative et différentielle.
Équilibre d'un fluide soumis à la pesanteur.
Écoulement stationnaire.
Débit volumique et massique.

Capacités exigibles

- Mesurer des pressions (absolue et relative).
- Citer et exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique.
- Expliciter la notion de vitesse moyenne d'écoulement dans une canalisation.
- Mesurer un débit.
- Citer et appliquer la loi de conservation de la masse.

États de la matière. Transfert thermiques et changements d'état.
Transformations physiques et effets thermiques associés

- Différencier les différentes transformations liquide-vapeur pour l'eau : évaporation, ébullition.
- Associer un changement d'état au niveau macroscopique à l'établissement ou la rupture d'interactions entre entités au niveau microscopique.
- Utiliser un diagramme d'état (P, T) pour déterminer l'état d'un fluide lors d'une transformation.
- Utiliser l'enthalpie de changement d'état pour effectuer un bilan énergétique.

La communication dans l'habitat

Notions et contenus

Ondes électromagnétiques.
Spectre des ondes utilisées en communication.

Champ électrique, champ magnétique.

Capacités exigibles

- Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d'onde dans le vide.
- Positionner le spectre des ondes utilisées pour les communications dans l'habitat.
- Définir et mesurer les grandeurs physiques associées à une onde : période, fréquence, longueur d'onde, célérité.
- Énoncer qu'une onde électromagnétique se propage dans le vide.
- Décrire la structure d'une onde électromagnétique : champ magnétique, champ électrique.
- Relier qualitativement le champ électrique d'une onde électromagnétique en un point à la puissance et à la distance de la source.

Mesure des grandeurs physiques dans l'habitat.

- Citer quelques exemples de capteurs et de détecteurs utilisés dans l'habitat.
- Préciser les grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que le phénomène physique auquel la grandeur d'entrée est sensible.
- Distinguer les deux types de grandeurs : analogiques ou numériques.
- Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple utilisée en communication dans l'habitat.

Entretien et rénovation dans l'habitat

Notions et contenus

Réactions acide-base et transferts de protons.
Solutions acides, basiques.
pH.

Capacités exigibles

- Citer des produits d'entretien couramment utilisés dans l'habitat (détartrants, déboucheurs, savons, détergents, désinfectants, dégraissants, etc.) ; reconnaître leur nature chimique et leur précaution d'utilisation (étiquette, pictogramme).
- Définir les termes suivants : acide, base, couple acide-base.
- Écrire une réaction acide-base, les couples acide-base étant donnés.
- Citer le sens de variation du pH en fonction de l'évolution de la concentration en $H^+(aq)$.

Solubilisation.
Solvants de nettoyage.

- Choisir un solvant pour éliminer une espèce chimique à partir de données sur sa solubilité ou à partir d'une démarche expérimentale.

Transport

Mise en mouvement

Notions et contenus

Actions mécaniques : forces, moment de force, couples et moment d'un couple.
 Transfert d'énergie par travail mécanique (force constante ; couple constant). Puissance moyenne.
 Conservation et non-conservation de l'énergie mécanique.
 Frottements de contact entre solides ; action d'un fluide sur un solide en mouvement relatif.

Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme thermique.
 Combustion.

Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique.
 Piles, accumulateurs, piles à combustible.

Chaînes énergétiques.
 Énergie et puissance.
 Puissance absorbée ; puissance utile ; réversibilité ; rendement.
 Convertisseurs électromécaniques d'énergie ; réversibilité.
 Rendement de conversion.

Longévité et sécurité

Notions et contenus

Des matériaux résistants : contraintes mécaniques et thermiques, corrosion.

L'assistance au déplacement

Notions et contenus

Mesure des grandeurs physiques dans un dispositif de transport.

Capacités exigibles

- Identifier, inventorier, caractériser et modéliser les actions mécaniques s'exerçant sur un solide.
- Associer une variation d'énergie cinétique au travail d'une force ou d'un couple.
- Relier l'accélération à la valeur de la résultante des forces extérieures ou au moment du couple résultant dans le cas d'un mouvement uniformément accéléré.
- Écrire et exploiter l'expression du travail d'une force constante ou d'un couple de moment constant.
- Associer la force de résistance aérodynamique à une force de frottement fluide proportionnelle à la vitesse au carré et aux paramètres géométriques d'un objet en déplacement.
- Citer différents carburants utilisés et leur mode de production (pétrochimie, agrochimie, bio-industries, etc.).
- Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir les quantités de matière nécessaires et l'état final d'un système.
- Déterminer expérimentalement l'énergie libérée au cours de la combustion d'un hydrocarbure, puis confronter à la valeur calculée à partir d'enthalpies de combustion tabulées.
- Citer les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection.
- Citer les caractéristiques des piles et leurs évolutions technologiques.
- Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur.
- Écrire les équations des réactions aux électrodes.
- Expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur, d'une pile à combustible.
- Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir la quantité d'électricité totale disponible dans une pile.
- Associer charge et décharge d'un accumulateur à des transferts et conversions d'énergie.
- Définir les conditions d'utilisation optimales d'une batterie d'accumulateurs : l'énergie disponible, le courant de charge optimum et le courant de décharge maximal.
- Décrire et schématiser les transferts ou les transformations d'énergie mises en jeu dans le déplacement d'un objet en mouvement en distinguant notamment les mouvements à accélération constante et les mouvements à vitesse constante.
- Comparer des ordres de grandeur des énergies stockées dans différents réservoirs d'énergie.
- Écrire et exploiter la relation entre une variation d'énergie et la puissance moyenne.
- Évaluer l'autonomie d'un système mobile autonome ; la comparer aux données du constructeur.
- Décrire les étapes conduisant de la combustion à l'énergie mécanique. Donner un ordre de grandeur du rendement.
- Déterminer expérimentalement le rendement d'un moteur électrique.
- Exploiter la caractéristique mécanique d'un moteur électrique et déterminer un point de fonctionnement.

Capacités exigibles

- Distinguer les différentes familles de matériaux présentes dans un dispositif de transport et relier leurs propriétés physico-chimiques à leur utilisation.
- Illustrer le rôle des différents facteurs agissant sur la corrosion des métaux et le vieillissement des matériaux.
- Prévoir différents moyens de protection et vérifier expérimentalement leur efficacité.

Capacités exigibles

- Citer quelques exemples de capteurs et de détecteurs utilisés dans un dispositif de transport.
- Préciser les grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que le phénomène physique auquel la grandeur d'entrée est sensible.

- Distinguer les deux types de grandeurs : analogiques ou numériques.
- Interpréter le spectre d'un signal périodique : déterminer la fréquence du fondamental, déterminer les harmoniques non nuls.
- Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple (conditionneur de capteur, conditionneur de signal, numérisation, etc.)

Santé

Quelques outils du diagnostic médical

Notions et contenus

Ondes électromagnétiques ; rayonnements gamma, X, UV, visible, IR.

Réflexion, absorption et transmission des ondes électromagnétiques.

Champ magnétique : sources de champ magnétique (Terre, aimant, courant).

Sources de champ magnétique intenses : électro-aimant supraconducteur.

Prévention et soin

Notions et contenus

Radioactivité.

Isotopes.

Activité. Décroissance radioactive et demi-vie.

Protection contre les risques de la radioactivité.

Capacités exigibles

- Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence, leur longueur d'onde dans le vide et leur énergie.
- Expliciter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps et sa température.
- Exploiter le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission de lumière est maximale.
- Associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature du milieu concerné.
- Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique et déterminer ses caractéristiques.
- Citer quelques ordres de grandeur de champ magnétique.

Capacités exigibles

- Citer les différents types de radioactivité et préciser la nature des particules émises ou des rayonnements émis.
- Définir l'isotopie et reconnaître des isotopes.
- Positionner le rayonnement gamma dans le spectre des ondes électromagnétiques.
- Interpréter les échanges d'énergie entre rayonnement et matière à l'aide du modèle corpusculaire.
- Exploiter une courbe de décroissance radioactive et le temps de demi-vie d'une espèce radioactive.
- Citer l'unité de mesure de la dose d'énergie absorbée.
- Citer les risques liés aux espèces radioactives et exploiter une documentation pour choisir des modalités de protection.



education.gouv.fr

[Accueil](#) > [Le Bulletin officiel](#) > [Bulletin officiel](#) > 2011 > spécial n°8 du 13 octobre 2011

Bulletin officiel spécial n°8 du 13 octobre 2011

Enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire de la série sciences et technologies de laboratoire - classe terminale

NOR : MENE1121701A

arrêté 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire en classe terminale de la série sciences et technologies de laboratoire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire Classe terminale de la série technologique STL

Les objectifs de l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire sont identiques à ceux affichés dans le préambule du programme de physique-chimie des séries STI2D et STL :

- pratiquer une démarche scientifique et développer la culture scientifique dans sa dimension historique et contemporaine ;
- poursuivre l'initiation à la conduite de projet ;
- développer l'approche par compétences de l'enseignement.

Pratiquer une démarche scientifique et développer la culture scientifique

L'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire de la classe terminale de la série STL prolonge celui de la classe de première.

La démarche scientifique, à laquelle les élèves sont progressivement initiés depuis le collège, organise la pratique et les modalités de cet enseignement. Elle naît d'un questionnement qui, dans la série STL, s'appuie sur des « objets » scientifiques et technologiques construits par l'Homme. Ce questionnement engendre une démarche réflexive et active mobilisant les connaissances acquises ou les représentations initiales pour formuler des hypothèses, explorer les possibles et les confronter au réel à travers l'expérience. Dans cette démarche, la construction de modèles, la découverte ou la nécessaire introduction de nouveaux concepts et de nouvelles lois accroissent progressivement les savoirs et les capacités scientifiques expérimentales et théoriques des élèves. L'expérience, qui joue un rôle capital, acquiert ainsi un statut qui la distingue fondamentalement de celui d'un protocole fourni à un exécutant qui doit le respecter sans percevoir l'objectif et les finalités de ses actions. La pratique expérimentale dans sa plus large acception - c'est-à-dire n'excluant pas la simulation - permet à l'élève de la série technologique d'aborder très concrètement les différentes notions scientifiques du programme.

L'exercice de l'esprit critique est inhérent à la pratique de la démarche scientifique. La confrontation d'un résultat d'expérience aux hypothèses formulées ou celle d'un modèle construit au rendu du réel, impose le choix de critères de validation et, très souvent, la délimitation d'un champ ou d'un domaine de validité et d'application. Ce sont les allers-retours entre l'activité expérimentale, ses résultats, et l'activité réflexive sur les concepts et les modèles qui précisent, affinent, stabilisent la connaissance ou la font évoluer. Dans l'accomplissement de la démarche scientifique, l'élève doit ainsi être capable de prélever des informations pertinentes, de les mettre en relation entre elles et avec son propre savoir et de les exploiter. Il doit aussi être en mesure de communiquer les résultats d'une recherche dans un langage rigoureux et adapté au public auquel il s'adresse.

Dans cet enseignement de spécialité, l'exercice de l'activité scientifique sur des objets technologiques ne donne pas lieu cependant

à une analyse complète et détaillée du fonctionnement des supports d'étude. L'objectif est bien ici de se saisir de ces objets pour dégager ou appliquer des principes, des lois ou des méthodes fondamentales des sciences physiques et chimiques, ce qui n'exclut pas, bien au contraire, de montrer l'évolution historique des solutions adoptées pour effectuer telle observation, telle action ou réaliser telle analyse ou telle synthèse. Ce qui n'exclut pas non plus d'interroger la pérennité des solutions actuelles notamment au regard du développement de certaines technologies : la science et la technologie sont évolutives dans le temps.

« La grande différence entre le mythe et la théorie scientifique, c'est que le mythe se fige. » (François Jacob)

Cette démarche permet d'identifier des phénomènes et propriétés relevant du champ des sciences physiques et chimiques dans des réalisations technologiques, de préciser les problèmes qu'elles ont permis de résoudre, de mettre en évidence le rôle qu'elles ont joué dans l'élaboration des objets ou des systèmes simples, complexes ou innovants actuels, de souligner la place qu'elles peuvent et doivent tenir pour faire face aux grands défis de société.

Poursuivre l'initiation à la conduite de projet

Le projet est défini comme un ensemble planifié d'activités d'investigation scientifique menées par un groupe de 2 à 4 élèves et se rapportant à un même objet. Il vise à répondre à une ou plusieurs questions issues d'une éventuelle thématique générale proposée à toute ou partie de la classe.

Les élèves devront réinvestir leurs connaissances et capacités dans une démarche scientifique menée en autonomie dans son intégralité, avec l'appui du professeur mais aussi de ressources extérieures à la classe ou à l'établissement. La thématique du projet peut déborder du champ de l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire vers, par exemple, le domaine des sciences du vivant, sans toutefois exiger de la part des élèves l'acquisition de compléments scientifiques hors des programmes de la série STL suivie. On peut, dans ce cadre, envisager toute ouverture sur le monde de la recherche et de l'activité de laboratoire, qu'elle soit ou non liée à l'industrie. Le projet peut ainsi être l'occasion de rencontres avec des chercheurs des domaines public ou privé.

On attend des élèves qu'ils soient capables :

- de s'approprier une problématique ;
- d'effectuer une recherche bibliographique sur le sujet traité ;
- de proposer une procédure de résolution pour y apporter une réponse ;
- de proposer une ou des pistes de recherche visant à valider une ou des hypothèses formulées ;
- de mettre en œuvre des activités expérimentales qualitatives et quantitatives incluant éventuellement la simulation, une recherche ou une activité hors de l'établissement pour valider les possibles proposés ;
- de produire un document de communication sur leur démarche et sur les résultats obtenus, ce document pouvant faire appel à différents formats ;
- de préparer et de soutenir une présentation orale sur le sujet traité.

Les élèves ont été initiés en classe de première STL aux différentes phases de conduite d'un projet. En terminale, une plus large autonomie leur sera accordée mais aussi une plus grande responsabilité leur sera demandée.

Les professeurs encadrent les activités liées au projet sur les horaires habituels de physique-chimie en laboratoire.

Le projet sera conduit sur une durée de trente-six heures et sera l'occasion de promouvoir chez les élèves des compétences liées à :

- La conduite d'un projet

Un projet répond à une problématique par une démarche bien spécifique dont les étapes sont planifiées dans le temps. De la découverte de la problématique - sujet du projet - à la communication des propositions de réponses, l'élève accomplit un cheminement à travers une recherche d'information sur le sujet via une bibliographie ou une sitographie, la formulation d'hypothèses ensuite vérifiées - ou infirmées - par des activités expérimentales et d'éventuelles visites de laboratoires ou d'entreprises.

Le projet se conclut par une réponse argumentée, non dépourvue d'un regard critique, liant à la fois la problématique initiale, les choix effectués et les éléments de réponse apportés. Il offre aussi aux élèves la possibilité de réinvestir concrètement, dans une étude s'inscrivant sur une durée raisonnable, des connaissances et des capacités de physique et de chimie.

- La rédaction d'un rapport de projet

Les élèves développeront la capacité à rédiger de façon claire et concise la démarche adoptée en faisant apparaître les différentes phases du projet, les choix effectués, les recherches conduites et les activités (bibliographiques, interviews, visites, expériences, etc.), les résultats des activités expérimentales réalisées, leur analyse et une synthèse en réponse à la problématique posée par le projet.

- Une présentation orale du projet

Le développement des capacités langagières orales des élèves est une composante essentielle de formation des élèves de STL. Liées à la maîtrise de la langue et à celle des technologies de l'information et de la communication, ces compétences placent l'élève dans la position de celui qui informe, explique et doit convaincre. Les capacités langagières de production orale sont une composante essentielle de la réussite tout au long de la vie et, entre autres, dans l'enseignement supérieur.

Développer l'approche par compétences de l'enseignement

Comme le programme de première, celui de terminale se présente sous la forme d'un tableau à deux colonnes : les notions et contenus qui sont abordés et les capacités dont la maîtrise est exigible des élèves en fin d'année scolaire.

Les capacités exigibles des élèves regroupent les connaissances et les capacités, notamment expérimentales, des élèves, exprimées pour le professeur sous la forme de verbes d'actions : exprimer, citer, définir, relier, réaliser, déterminer expérimentalement, etc. Ces capacités bornent les savoirs et les savoir-faire qui sont attendus à la fin de la classe terminale. Elles ne constituent ni une progression, ni un plan de cours et ne résument pas la construction de séquences pédagogiques. Dans le cadre de son enseignement, le professeur, libre de ses choix pédagogiques, distingue les objectifs plaçant les élèves dans une démarche scientifique de ceux de nature cognitive construits ou appliqués lors de la séquence. L'acquisition de connaissances et le développement de capacités sont logiquement évalués sous la forme de niveaux de compétences atteints.

Cet enseignement de spécialité doit contribuer à la réussite des études dans l'enseignement supérieur. Aussi le professeur doit-il être sensible à développer, chez les élèves, l'autonomie, la responsabilité et la prise d'initiative. La démarche scientifique et la

conduite de projet participent à un tel développement par les choix qu'elles imposent lors de leur mise en œuvre, par les méthodes de travail qui y sont développées, par les contraintes qui doivent être prises en compte et par l'indispensable respect d'autrui et de l'environnement.

Claude Bernard, médecin qui a posé les premières bases de la démarche scientifique, ne disait-il pas au sujet de cette dernière : « Pour être digne de ce nom, l'expérimentateur doit être à la fois théoricien et praticien. [...] Une main habile sans la tête qui la dirige est un instrument aveugle ; la tête sans la main qui réalise reste impuissante. »

Contenu du programme

Cet enseignement, qui doit être étroitement coordonné avec celui de physique-chimie, comprend trois modules :

- un module de physique portant sur l'étude des applications des ondes ;
- un module de chimie portant sur chimie et développement durable ;
- un module consacré à l'étude des systèmes et des procédés.

Le projet est une modalité pédagogique trouvant sa place dans chacun des modules en prenant appui sur des « objets technologiques » présents dans l'établissement.

La pratique d'activités de laboratoire et le projet mettent l'accent sur les capacités spécifiques aux activités expérimentales et permettent plus particulièrement de renforcer les compétences acquises dans l'enseignement « Mesures et instrumentation ». En faisant prendre conscience à l'élève des causes de limitation de la précision, des sources d'erreurs et de leurs implications sur la qualité de la mesure pour finalement aboutir à la validation d'une loi ou d'un modèle, on développe l'esprit critique, la capacité d'analyse et l'attitude citoyenne. 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. Le tableau suivant résume les notions et capacités spécifiques relatives aux mesures et à leurs incertitudes que les élèves doivent maîtriser à la fin de la formation du lycée général et technologique.

Notions et contenus

Erreurs et notions associées

Capacités exigibles

- Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.).

Incertitudes et notions associées

- Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreur.
- Comparer le poids des différentes sources 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.

Ondes

En classe de première, le module « Image » de l'enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire a permis de faire percevoir aux élèves la place des images et de leurs usages dans de nombreux domaines, de les faire accéder à la connaissance des concepts et des modèles scientifiques qui sont au cœur des systèmes technologiques producteurs d'images et de les initier aux démarches et aux outils d'investigation qu'ils pourront utiliser dans leurs études supérieures et dans leurs vies personnelle et professionnelle.

L'obtention de ces images amène tout naturellement à s'interroger sur les modèles et les concepts associés à la lumière et, plus généralement, aux ondes. Celles-ci sont maintenant indissociables des activités humaines, que ce soit dans le domaine industriel (communication, santé, espace, etc.) ou dans la vie quotidienne (téléphonie, Wifi, domotique, etc.). Il est donc tout à fait légitime et nécessaire de former les futurs scientifiques (que ce soit au niveau technicien, ingénieur ou chercheur) à ces concepts et d'inscrire l'étude « des ondes » dans le parcours des lycéens, quelle que soit leur voie.

Pour des raisons d'efficacité pédagogique, le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et des concepts, se déploiera à partir d'objets techniques, professionnels, familiers ou à partir de procédés simples ou complexes, emblématiques du monde contemporain. Cette approche crée un contexte d'apprentissage stimulant, susceptible de mobiliser les élèves autour d'activités pratiques, et permettant de développer des compétences variées. C'est aussi l'occasion de montrer comment les sciences physiques et chimiques peuvent contribuer à une meilleure prise de conscience des enjeux environnementaux et à l'éducation au développement durable.

Les concepts concernant « les ondes » sont introduits à travers deux thèmes :

1. Des ondes pour observer et mesurer

L'étude de dispositifs permettant l'observation d'objets millimétriques, micrométriques, nanométriques ou l'observation d'objets lointains non ou difficilement observables à l'œil nu permet d'installer les notions de base concernant les ondes (propagation, réflexion, réfraction, diffusion, polarisation, diffraction, interférences, etc.).

2. Des ondes pour agir

Ce thème aborde l'étude des dispositifs permettant de concentrer et de guider les ondes. Il s'agit aussi d'étudier l'utilisation de l'énergie ou de l'information transportées par les ondes.

La partie « **Les ondes qui nous environnent** » fait référence à une première approche des notions et des concepts qui seront développés dans les deux thèmes décrits ci-dessus. Elle vise à poser le lexique, à montrer expérimentalement que des ondes sont générées par des oscillations, que les ondes peuvent être détectées et qu'elles possèdent des propriétés spécifiques qui seront utilisées par la suite pour observer, mesurer et agir. Il s'agit donc d'un balayage initial du champ concerné par le programme, sans développement excessif et sans approfondissement.

Les ondes qui nous environnent

Notions et contenus

Perturbation d'un système physique ; réponse du système.
Phénomènes vibratoires ; grandeurs vibratoires.
Systèmes oscillants en mécanique et en électricité.
Exemples dans différents domaines de fréquences.
Analogies électromécaniques.
Aspects énergétiques ; effets dissipatifs ; amortissement
Oscillations forcées. Notion de résonance.
Oscillations auto-entretenues : source de signal.

Notion d'onde.
Propagation d'une perturbation dans un milieu élastique.
Ondes progressives ; retard, célérité.

Ondes progressives périodiques ; ondes sinusoïdales : fréquence, période, longueur d'onde, célérité, amplitude, intensité.
Périodicités temporelle et spatiale.

Propagation libre, guidée.
Réflexion, réfraction, transmission, atténuation.

Représentation fréquentielle des ondes.
Spectre des ondes électromagnétiques.
Modèle ondulatoire et corpusculaire.

Sources d'ondes (acoustiques et électromagnétiques) et capteurs (transducteurs piézo-électriques, composants optoélectroniques, antennes).

Des ondes pour observer et mesurer

Observer : voir plus grand

Notions et contenus

Du millimètre au micromètre.
Faisceaux de lumière ; objectifs et oculaires ;
diffraction de la lumière par un diaphragme circulaire, résolution d'un instrument d'optique.
Grossissement.

Capacités exigibles

- Caractériser la réponse temporelle de différents systèmes physiques soumis à une perturbation en utilisant les capteurs appropriés.
- Identifier la ou les grandeur(s) vibratoire(s).
- Qualifier les oscillations libres d'un système : oscillations pseudo-périodiques, quasi-sinusoïdales, amorties.
- Modéliser analytiquement, à partir d'enregistrements, les réponses correspondant aux différents régimes d'oscillations d'un système à un degré de liberté : harmonique, apériodique, pseudo-périodique.
- Comparer deux oscillateurs dans deux domaines différents de la physique ; indiquer les analogies.
- Identifier les formes d'énergie mises en jeu dans un phénomène oscillatoire en mécanique et en électricité.
- Mettre en évidence expérimentalement un phénomène de résonance en électricité et en mécanique ; mesurer une fréquence de résonance et déterminer un facteur de qualité.
- Analyser le rôle d'un dispositif d'entretien d'oscillations.
- Visualiser et exploiter le spectre en amplitude d'un signal temporel représentatif d'oscillations en régime permanent.
- Analyser la propagation d'une perturbation dans un milieu élastique unidimensionnel.
- Représenter les évolutions temporelle et spatiale du phénomène observé.
- Mesurer un retard, une célérité.
- Distinguer onde transversale et onde longitudinale, onde plane et onde sphérique.
- Expliciter la signification des différentes grandeurs physiques intervenant dans le modèle d'une onde progressive sinusoïdale, unidimensionnelle et leur lien avec le sens de propagation.
- Citer et exploiter la relation entre fréquence, longueur d'onde et célérité.
- Citer le lien entre l'amplitude d'une grandeur vibratoire et la puissance moyenne transportée par une onde.
- Distinguer propagation libre et propagation guidée.
- Expliciter les phénomènes se produisant lorsqu'une onde change de milieu de propagation ; caractériser simplement ces phénomènes.
- Repérer et identifier les différents domaines du spectre des ondes électromagnétiques utilisées.
- Extraire et exploiter des informations sur les différentes catégories d'ondes et sur leurs effets sur la matière inerte ou vivante.
- Relier la fréquence d'une onde électromagnétique monochromatique à l'énergie des corpuscules la constituant.
- Détecter la présence de micro-ondes par une mesure adaptée.
- Tracer le diagramme de rayonnement d'un transducteur ultrasonore.
- Mesurer et interpréter les caractéristiques d'un photorécepteur.

Capacités exigibles

- Extraire d'une documentation les caractéristiques utiles d'un microscope commercial pour le choisir et le mettre en œuvre.
- Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de diffraction.
- Prévoir les conséquences de la modification de la taille de l'objet diffractant et de la longueur d'onde sur une figure de diffraction.
- Définir le grossissement et le pouvoir de résolution d'un microscope optique.
- Modéliser un microscope optique par un système optique simple.
- Réaliser et exploiter le tracé d'un faisceau de lumière pour décrire le principe du microscope.
- Exploiter les relations de conjugaison pour déterminer la position et la taille d'une image fournie par l'objectif d'un microscope.
- Associer le pouvoir de résolution d'un instrument au phénomène de diffraction et

Effet piézoélectrique.
Réflexion, absorption et transmission d'une onde.
Coefficients de transmission, d'absorption et de réflexion énergétiques.

Du micromètre au nanomètre.
Nanosciences.

Observer : voir plus loin

Notions et contenus

Miroirs sphériques, miroirs plans.
Télescope.
Grossissement.

Mesurer

Notions et contenus

Propagation.

Réfraction, réfraction limite et réflexion totale.
Réfractomètre.

Diffusion.

Structure d'une onde électromagnétique.
Ondes polarisées ou non polarisées ;
polariseur, analyseur.

Diffraction.

Interférences, différence de marche entre deux chemins.
Réseaux, pas d'un réseau.

aux propriétés du capteur.

- Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un appareil commercial.

- Mettre en œuvre une source et un capteur piézoélectriques.

- Illustrer expérimentalement le principe d'un échographe unidimensionnel.

- Mesurer les coefficients de transmission et de réflexion énergétiques des ondes lumineuses ou ultrasonores d'une interface en incidence normale.

- Mesurer le coefficient d'absorption des ondes lumineuses ou ultrasonores dans un milieu.

- Tracer expérimentalement le diagramme de directivité d'un émetteur ultrasonore.

- Utiliser les coefficients énergétiques dans l'étude de cas concrets simples.

- Décrire le principe d'un microscope à force atomique.

- Associer les différents types de microscopes à leurs domaines d'observation.

Capacités exigibles

- Extraire d'une documentation les caractéristiques utiles d'un appareil commercial pour son choix ou sa mise en œuvre.

- Réaliser et exploiter le tracé d'un faisceau de lumière pour décrire le principe de fonctionnement du télescope.

- Illustrer expérimentalement le principe d'un télescope et déterminer ses caractéristiques.

- Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un appareil commercial.

- Montrer expérimentalement les effets limitatifs de l'objectif et de l'oculaire sur le champ et la luminosité d'un télescope.

Capacités exigibles

- Relier durée de parcours, distance parcourue et célérité.

- Mesurer la célérité du son, de la lumière, le protocole expérimental étant fourni.

- Mesurer une distance par télémétrie laser ou ultrasonore.

- Relier les indices optiques des milieux à l'angle limite de réfraction.

- Déterminer la concentration en sucre ou en alcool d'une solution par une méthode réfractométrique.

- Décrire le principe de détection à distance de particules en suspension dans l'atmosphère.

- Produire et analyser une lumière polarisée.

- Associer la polarisation d'une onde électromagnétique à la direction du champ électrique.

- Déterminer une concentration à partir de la mesure de la déviation du plan de polarisation de la lumière dans une solution.

- Utiliser un capteur d'intensité lumineuse pour visualiser une figure de diffraction d'une fente rectangulaire, d'un fil.

- Citer et utiliser l'expression de l'angle d'ouverture d'un faisceau monochromatique diffracté par une fente.

- Réaliser une mesure dimensionnelle en utilisant le phénomène de diffraction.

- Associer la capacité de stockage d'un support numérique optique à la longueur d'onde du laser utilisé et à l'ouverture numérique de l'optique de focalisation.

- Identifier les différents chemins optiques entre une ou plusieurs sources ponctuelles et un détecteur.

- Exprimer la différence de marche entre deux chemins optiques.

- Relier l'intensité reçue par un capteur à la différence de marche de deux ondes.

- Utiliser un capteur d'intensité lumineuse pour visualiser une figure d'interférences, le protocole étant donné.

- Exploiter les interférences créées par un dispositif à deux ondes et par un réseau.

- Choisir et utiliser un réseau adapté pour mesurer une longueur d'onde.

- Effectuer une mesure dimensionnelle avec un dispositif interférométrique, le protocole étant fourni.

- Décrire le principe de la mesure de distances entre plans cristallins par une méthode interférométrique.

Absorption ; spectrophotométrie.

- Exploiter des spectres d'absorption dans différents domaines de longueurs d'onde.
- Déterminer la concentration d'un soluté par spectrophotométrie.

Effet Doppler.

- Relier le décalage en fréquence d'une onde émise par une source en mouvement à la vitesse de la source.
- Illustrer expérimentalement le principe d'un vélocimètre à effet Doppler.

Rayonnement et température.

- Expliciter la dépendance entre la puissance totale rayonnée d'un corps et sa température.
- Effectuer une mesure de température à l'aide d'une thermopile (capteur bolométrique), le protocole étant fourni.

Des ondes pour agir

Concentrer et diriger les ondes

Notions et contenus

Faisceaux cylindriques et coniques.
Focalisation, foyer, distance focale.
Stigmatisme.
Réfraction.
Réflexion.

Capacités exigibles

- Mettre en évidence que l'énergie transportée par les ondes lumineuses ou sonores peut être dirigée ou concentrée.
- Associer la concentration d'énergie d'un faisceau à sa géométrie.
- Tracer le trajet du faisceau de lumière dans un système qui dirige ou concentre la lumière.
- Comparer expérimentalement quelques caractéristiques de différents systèmes de focalisation réels et de leurs modèles simplifiés.
- Déterminer expérimentalement un angle d'incidence limite.

Utiliser l'énergie transportée par les ondes

Notions et contenus

Transport d'énergie.
Grandeurs radiométriques : flux énergétique, éclairage énergétique.
Laser.
Effet sur la matière inerte et vivante.

Capacités exigibles

- Citer les unités des grandeurs radiométriques : flux énergétique, éclairage énergétique.
- Déterminer expérimentalement un ordre de grandeur du flux énergétique d'un faisceau laser.
- Mesurer un éclairage.
- Relier l'énergie transportée par un rayonnement au flux énergétique et à la durée d'exposition.
- Exploiter une norme pour déterminer une durée maximale d'exposition.
- Énoncer et exploiter que le diamètre de la zone de focalisation du faisceau laser varie dans le même sens que la longueur d'onde.
- Justifier l'utilisation d'un laser pour effectuer la découpe d'un matériau.

Interférences constructives et destructives.
Ondes stationnaires.
Cavité résonante, modes propres.

- Exprimer et exploiter une différence de marche pour en déduire les conditions d'obtention d'interférences constructives ou d'interférences destructives.
- Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'interférence pour différents types d'ondes : sonores, lumineuses, mécaniques.
- Distinguer les ondes stationnaires des ondes progressives.
- Interpréter le phénomène d'ondes stationnaires en termes d'interférences.
- Relier les fréquences de résonance des ondes stationnaires unidimensionnelles à la longueur d'une cavité.

Polarisation.

- Associer la polarisation d'une onde électromagnétique à la direction du champ électrique.
- Différencier expérimentalement une lumière polarisée rectilignement d'une lumière non polarisée à l'aide d'un polariseur.
- Illustrer expérimentalement le principe d'un afficheur à cristaux liquides.
- Décrire le principe d'un interrupteur ou d'un modulateur optique.

Communiquer avec des ondes

Notions et contenus

Ondes guidées, non guidées, transmission.
Guide d'onde, câble.
Absorption, diffusion, atténuation des ondes.
Spectre d'une onde.

Capacités exigibles

- Illustrer expérimentalement différentes transmissions guidées d'ondes dans plusieurs domaines de longueur d'onde.
- Analyser l'effet de la résistance de charge sur la réflexion d'une onde à l'extrémité d'une ligne sans perte.
- Représenter le schéma de principe d'un système de transmission par ondes.
- Visualiser et exploiter le spectre d'une onde modulée par un signal informatif.
- Associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature de la matière exposée.
- Distinguer la diminution de la puissance surfacique d'une onde divergente et son absorption par un milieu.

Chimie et développement durable

Dans la continuité de la classe de première, le module « chimie et développement durable » prolonge et renforce, en classe terminale, l'acquisition par les élèves de connaissances et de capacités, tout à la fois dans le champ théorique et dans le champ expérimental, pour réaliser et comprendre **les synthèses chimiques et les analyses physico-chimiques**.

Les notions et les lois classiquement étudiées en thermodynamique, en cinétique, en chimie organique, en chimie générale sont introduites ici pour résoudre des problématiques sociétales et pour répondre à des objectifs d'optimisation des techniques et des procédés en termes de rendement, de fiabilité, de sécurité, de seuil de détection, d'impact environnemental et de coût.

Le programme de la classe terminale comporte, comme en classe de première, **deux parties, synthèses chimiques et analyses physico-chimiques**, qui sont enrichies en s'appuyant sur les notions d'équilibre chimique et d'évolution d'un système étudiés dans l'enseignement « chimie-biochimie-science du vivant ». Tout en conservant comme fil conducteur la recherche de procédés durables, il est souhaitable de partir d'exemples concrets de techniques et de procédés mis en œuvre dans les laboratoires et dans l'industrie, tout à la fois pour engager la réflexion et pour réinvestir les nouvelles connaissances et capacités acquises.

Objectifs visés par le programme de terminale

À l'issue de la classe terminale, le programme du module « chimie et développement durable » vise à ce que l'élève fasse preuve de réelles compétences :

- en synthèse chimique pour analyser ou choisir un protocole de synthèse et de séparation, en utilisant les capacités acquises en thermodynamique et en cinétique des transformations physico-chimiques ;
- en analyse physico-chimique pour effectuer un choix raisonné de techniques de dosages, pour proposer et mettre en œuvre en autonomie un protocole et pour fournir des résultats de mesure les plus précis possibles, assortis d'incertitudes ;
- dans l'utilisation des modèles pour prévoir, confronter les prévisions aux résultats expérimentaux et interpréter les écarts.

Articulation des programmes de première et de classe terminale

Synthèses chimiques

En classe de première, après une sensibilisation à l'impact environnemental de la chimie, des synthèses organiques sont réalisées et mises en relation avec la réactivité de quelques composés organiques. La problématique des rendements de synthèse et de la qualité des produits obtenus amène à étudier les principales techniques de séparation et de contrôle de pureté. Enfin, l'amélioration des synthèses est abordée à travers les aspects cinétiques des transformations.

En classe terminale, l'étude de l'optimisation des synthèses conduit à s'interroger sur les différentes méthodes permettant de dépasser les limitations thermodynamiques : modification des états d'équilibre par excès de réactif ou soutirage d'un produit, éloignement de l'équilibre par les transformations forcées, amélioration des rendements de synthèse par changement de réactifs ou par utilisation de catalyseurs sélectifs. Quelques synthèses inorganiques sont proposées, au cours desquelles les complexes sont introduits. Les techniques de séparation et de purification portent sur les extractions (extraction par solvant et précipitation sélective) ; les modèles thermodynamiques y sont mis en œuvre dans le cadre de prévisions. Un passage au niveau microscopique permet d'initier les élèves à la modélisation des réactions par des mécanismes réactionnels afin de leur en donner des clés de lecture et de renforcer les notions de donneur et d'accepteur d'électrons.

Analyses physico-chimiques

En classe de première, l'analyse aborde des aspects qualitatifs relatifs aux tests d'identification et à l'analyse structurale, mais aussi des aspects plus quantitatifs avec la réalisation de dosages par étalonnage et une première approche des titrages, directs et indirects, avec des suivis colorimétrique, conductimétrique et pHmétrique.

En classe terminale, ces thématiques sont prolongées et d'autres sont introduites. La préparation des solutions complète la description de la composition des solutions ainsi que les problèmes liés à leur conservation. Les dosages par étalonnage permettent d'étudier de manière plus approfondie les mesures conductimétriques. Les dosages par titrage, quant à eux, sont enrichis par des titrages mettant en jeu des réactions de précipitation et des indicateurs colorés. Les capteurs électrochimiques constituent une nouvelle thématique qui permet d'aborder la notion d'électrode spécifique et d'analyse en temps réel.

Modalités

La structure du programme ne doit pas être perçue comme une entrave à la liberté pédagogique du professeur. Par exemple, l'optimisation du rendement d'une synthèse peut être étudiée en mettant en œuvre simultanément un dosage d'un type nouveau ; un temps étant consacré ensuite pour structurer les différentes notions étudiées.

Le professeur proposera un rythme et des activités d'apprentissage en articulation avec les enseignements obligatoires spécifiques « physique-chimie » et « chimie-biochimie-science du vivant ».

La présentation d'une chimie moderne au service des grandes causes sociétales et soucieuse de s'engager dans des démarches éco-compatibles peut permettre à la chimie de changer positivement et durablement la perception qu'en a la société, et en tout premier lieu les élèves.

Rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages à travers questionnements et résolutions de problèmes en lien avec l'avenir de l'Homme apparaît de nature à éveiller leur curiosité, dynamiser leurs capacités inventives, solliciter leur imaginaire et leur donner envie de poursuivre plus avant leur formation scientifique en s'engageant dans des filières supérieures scientifiques.

Ainsi une approche la plus concrète possible des différentes thématiques constitue-t-elle un atout pour développer l'intérêt des élèves, mais aussi le développement progressif d'autonomie et d'initiatives dans la mise en œuvre des démarches scientifiques au laboratoire. Ceci est souhaité et souhaitable afin de garantir la réussite des élèves dans l'enseignement supérieur.

Des capacités techniques, mais aussi des capacités cognitives et des attitudes spécifiques à cette pratique doivent être acquises au laboratoire.

Synthèses chimiques

Du macroscopique au microscopique dans les synthèses

Notions et contenus

Échelle d'électronégativité et polarité des liaisons.

Nucléophilie, électrophilie et réactivité.

Mécanismes réactionnels :

- étapes d'un mécanisme ;

Capacités exigibles

- Écrire les formules de Lewis des entités chimiques en faisant apparaître les charges et les charges partielles.

- Prévoir les déplacements électroniques possibles des sites nucléophiles vers les sites électrophiles.

- Relier le formalisme des flèches représentant le déplacement de doublets

- intermédiaires réactionnels ;
- catalyseurs.

électroniques à la formation ou à la rupture de liaisons dans les étapes d'un mécanisme fourni.

- Repérer, dans une étape du mécanisme, les réactifs nucléophile et électrophile à l'aide des déplacements des doublets électroniques.
- Reconnaître dans un mécanisme une addition, une substitution, une élimination et une réaction acide-base.
- Retrouver l'équation d'une réaction à partir d'un mécanisme la modélisant au niveau microscopique.
- Identifier un catalyseur dans un mécanisme fourni.
- Montrer qu'un catalyseur renforce le caractère nucléophile ou électrophile d'un site.

Profils réactionnels.

- Relier mécanisme et profil réactionnel : nombre d'étapes, intermédiaires réactionnels, étape cinétiquement déterminante, en comparant les énergies d'activation des différentes étapes.

Des synthèses avec de meilleurs rendements

Notions et contenus

Transformation spontanée et évolution d'un système vers un état d'équilibre.

Augmentation du rendement de la synthèse d'un produit :

- pour une réaction de synthèse donnée par :
 - . élimination d'un produit,
 - . ajout d'un excès de réactif,
 - . modification de la température ;
- par changement d'un des réactifs ;
- par limitation des réactions concurrentes :
 - . chimiosélectivité,
 - . régiosélectivité,
 - . stéréosélectivité.

Capacités exigibles

- Justifier le caractère spontané d'une transformation en comparant le quotient de réaction Q_r et la constante d'équilibre K .
- Déterminer un rendement de synthèse.
- Inventorier les paramètres qui permettent d'améliorer le rendement d'une synthèse.
- Reconnaître, entre deux protocoles, le paramètre qui a été modifié et justifier son rôle sur l'évolution du rendement.
- Proposer et mettre en œuvre un protocole pour illustrer une amélioration du rendement d'une synthèse.
- Comparer des protocoles de synthèse et choisir le plus performant (rendement, coût, respect de l'environnement).

Des synthèses forcées

Notions et contenus

Électrolyse, électrosynthèse, photosynthèse.

Transformation forcée : apport d'énergie et évolution hors équilibre du système.

Bilan de matière lors d'une électrolyse.
Applications courantes des électrolyses à la synthèse.

Capacités exigibles

- Réaliser expérimentalement et interpréter quelques électrolyses, dont celle de l'eau.
- Identifier expérimentalement ou à partir du schéma du circuit électrique la cathode et l'anode d'un électrolyseur.
- Prévoir les réactions possibles aux électrodes, les couples mis en jeu étant donnés.
- Identifier et/ou caractériser expérimentalement les espèces chimiques formées aux électrodes.
- Écrire les équations des réactions aux électrodes connaissant les produits formés.
- Distinguer le caractère forcé des électrolyses et des photosynthèses, du caractère spontané d'autres transformations, en comparant l'évolution du quotient de réaction par rapport à la constante d'équilibre.
- Repérer la source d'énergie mise en œuvre dans une transformation forcée.
- Prévoir les quantités de produits formés dans des cas simples et confronter les prévisions du modèle aux mesures.
- Déterminer le rendement d'une électrosynthèse.
- Citer quelques applications courantes des électrolyses : synthèse de métaux, de produits minéraux et organiques, stockage d'énergie, analyse et traitement de polluants.
- Analyser différentes voies de synthèses et montrer que l'électrolyse peut permettre de respecter quelques principes de la chimie verte (matières premières renouvelables, non-consommation de ressources fossiles, absence de sous-produits carbonés).

Des synthèses inorganiques

Notions et contenus

Capacités exigibles

Synthèses inorganiques industrielles :
aspects cinétiques, thermodynamiques, environnementaux.

Un exemple de synthèse inorganique au laboratoire : la synthèse des complexes.
Complexe, ion ou atome central, ligand, liaison.

Réaction de formation d'un complexe :
- constante de formation globale d'un complexe,
- synthèse et analyse d'un complexe.

Complexes inorganiques, bio-inorganiques.

- Analyser un ou plusieurs procédés industriels de synthèse d'une même espèce chimique en s'appuyant sur les principes de la chimie verte :

- . matières premières,
- . sous-produits,
- . énergie,
- . catalyseur,
- . sécurité.

- Reconnaître dans un complexe : l'ion ou l'atome central, le ou les ligands, le caractère monodenté ou polydenté du ligand.

- Décrire l'établissement de la liaison entre l'ion ou l'atome central et le ou les ligands selon le modèle accepteur-donneur de doublet électronique.

- Écrire l'équation de la réaction associée à la synthèse d'un complexe.

- Suivre un protocole de synthèse d'un complexe.

- Déterminer, à l'aide d'un tableau d'avancement, le réactif limitant dans la synthèse d'un complexe et en déduire le rendement de la synthèse.

- Proposer ou suivre un protocole mettant en œuvre l'analyse qualitative et quantitative d'un complexe.

- Extraire des informations pour illustrer des applications des complexes inorganiques et bio-inorganiques.

Séparation et purification

Notions et contenus

Réaction de dissolution d'une espèce chimique dans l'eau.

Solution saturée et notion de solubilité.

Quotient de réaction et constante d'équilibre de dissolution.

Solubilité d'une espèce chimique dans l'eau.

Paramètres influençant la solubilité d'une espèce chimique en solution aqueuse :

- température ;
- composition de la solution.

Extraction d'une espèce chimique d'une phase aqueuse :

- par dégazage ;
- par solvant ;
- par précipitation.

Prévision de l'état final lors de la dissolution d'une espèce chimique dans l'eau.

Séparation et développement durable.

Capacités exigibles

- Illustrer expérimentalement la notion de solubilité.

- Montrer que lors d'une dissolution le quotient de réaction Q_r évolue vers la constante d'équilibre K et qu'il ne peut l'atteindre que si la quantité d'espèce apportée est suffisante.

- Associer solution saturée et système chimique à l'équilibre.

- Comparer et interpréter les solubilités de différentes espèces chimiques dans l'eau en termes d'interactions intermoléculaires et d'éventuelles réactions chimiques qu'elles engagent avec l'eau.

- À partir des caractéristiques de la réaction de dissolution d'une espèce chimique dans une solution aqueuse, prévoir les paramètres influençant sa solubilité (température, pH, ions communs).

- Proposer un protocole pour extraire une espèce chimique dissoute dans l'eau.
- Choisir un solvant pour extraire une espèce chimique et réaliser une extraction par solvant.

- Proposer ou suivre un protocole pour extraire sélectivement des ions d'un mélange par précipitation.

- Prédire si la solution obtenue par dissolution d'une espèce chimique est saturée ou non en comparant Q_r et K . Confronter les prévisions du modèle de la transformation avec les observations expérimentales.

- Extraire des informations pour justifier l'évolution des techniques de séparation et repérer celles qui s'inscrivent davantage dans le cadre du développement durable.

Analyses physico-chimiques

Préparation de solutions

Notions et contenus

Solvant : eau distillée, eau permutée.

- soluté : densité, titre massique, concentrations massique et molaire, toxicité ;
- . solution : stockage, rejet, recyclage.

Capacités exigibles

- Justifier la nécessité d'utiliser de l'eau distillée ou permutée dans le cadre des analyses en solution.

- Analyser l'eau avant et après distillation, avant et après passage sur une résine échangeuse d'ions.

- Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'un solide ou d'une solution de concentration connue ou d'une solution de titre massique et de densité connus.

- Déterminer la concentration d'une espèce chimique à partir du protocole de fabrication de la solution.

- Adapter le mode d'élimination d'une solution à la tolérance admise dans les eaux de rejet.

- Citer les paramètres d'influence sur le stockage de solutions : matériau du flacon, température, lumière.

Analyses qualitative et structurale

Notions et contenus

Analyse qualitative : tests de reconnaissance, témoin.

Analyse structurale : spectroscopie UV-visible, IR, RMN.

Capacités exigibles

À l'aide de tables de données, de spectres ou de logiciels :

- Proposer un protocole d'analyse qualitative pour valider une hypothèse émise sur la présence d'une espèce chimique.
- Exploiter des spectres UV-visible pour caractériser une espèce chimique et choisir une longueur d'onde d'analyse quantitative.
- Identifier des groupes fonctionnels par analyse d'un spectre IR.
- Relier un spectre de RMN à une molécule donnée.

Dosage par étalonnage**Notions et contenus**

Conductimétrie : conductance, conductivité, conductivité ionique molaire.

Dosage rapide par confrontation à une échelle de teintes : bandelettes et pastilles commerciales.

Capacités exigibles

- Proposer un protocole pour identifier les paramètres d'influence sur la conductance
- Utiliser un conductimètre pour mesurer la conductivité d'une solution.
- Concevoir un protocole et le mettre en œuvre pour comparer qualitativement des conductivités ioniques molaires d'anions et de cations : confronter les classements expérimentaux obtenus à ceux issus des tables de données.
- Concevoir un protocole et le mettre en œuvre pour déterminer la concentration d'une solution inconnue par comparaison à une gamme d'étalonnage.
- Mettre en œuvre un protocole de dosage rapide et comparer ses avantages et ses inconvénients en termes d'efficacité et de justesse.

Dosage par titrage**Notions et contenus**

Réactions support de titrage : précipitation (suivi par conductimétrie).

Titrage avec indicateurs colorés

Indicateur coloré acido-basique ; zone de virage.

Choix d'un indicateur pour un titrage donné.
Indicateur coloré de précipitation.

Capacités exigibles

- Proposer et réaliser un protocole de titrage mettant en jeu une réaction de précipitation suivie par conductimétrie.
- Interpréter qualitativement l'allure de la courbe de titrage par suivi conductimétrique en utilisant des tables de conductivités ioniques molaires et en déduire le volume à l'équivalence du titrage.
- Reconnaître expérimentalement et dans la description d'un protocole un indicateur coloré acido-basique.
- Tracer le diagramme de prédominance des deux formes d'un indicateur coloré pour en déduire la zone de virage.
- Justifier le choix d'un indicateur coloré pour un titrage donné à partir de la courbe de titrage pHmétrique et/ou des diagrammes de prédominance.
- Proposer et réaliser un protocole de titrage mettant en œuvre un indicateur coloré. Repérer expérimentalement l'équivalence.
- Interpréter le comportement de l'indicateur dans le cas du titrage d'ions halogénure selon la méthode de Mohr.
- Réaliser et exploiter un titrage d'ions halogénure selon la méthode de Mohr.

Capteurs électrochimiques**Notions et contenus**

Électrode.

Potentiel d'électrode : électrode standard à hydrogène, électrode de référence, relation de Nernst, potentiel standard.

Le potentiel d'électrode, un outil de prévision :

- polarité et tension à vide (fem) des piles,
- sens spontané d'évolution d'un système, siège d'une réaction d'oxydo-réduction.

Classement des oxydants et des réducteurs : échelles de potentiels, échelles de potentiels standards, relation entre différence des potentiels standards et caractère plus ou moins favorisé d'une transformation.

Électrode spécifique, dosages par capteurs électrochimiques.

Capacités exigibles

- Identifier, dans une pile, une électrode comme un système constitué par les deux membres d'un couple oxydant/réducteur et éventuellement d'un conducteur.
- Relier le potentiel d'électrode à la tension à vide de la pile constituée par l'électrode et l'électrode standard à hydrogène (ESH).
- Concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer un potentiel d'électrode à l'aide d'électrodes de référence.
- Déterminer expérimentalement les paramètres d'influence sur un potentiel d'électrode.
- Concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer ou vérifier la relation entre le potentiel d'électrode et les concentrations des constituants du couple.
- Écrire la relation de Nernst pour un couple donné.
- Utiliser la relation de Nernst pour déterminer un potentiel d'électrode.
- Prévoir, à l'aide des potentiels d'électrode, la polarité d'une pile, sa tension à vide (fem) et son évolution lors de son fonctionnement et valider expérimentalement ces prévisions.
- Prévoir le sens spontané d'évolution lors d'une transformation rédox à l'aide des potentiels d'électrode des couples mis en jeu et confronter expérimentalement le

Analyse en temps réel pour prévenir toutes pollutions et limiter les risques.

modèle.

- Interpréter l'absence de l'évolution prévue pour un système en termes de blocage cinétique.
- Comparer les pouvoirs oxydants (les pouvoirs réducteurs) d'espèces chimiques à l'aide d'une échelle de potentiels d'électrode.
- Prévoir le caractère favorisé d'une transformation à l'aide d'une échelle de potentiels standards.
- Identifier une électrode à un « capteur électrochimique » spécifique d'une espèce chimique.
- Relier le potentiel d'une électrode spécifique d'une espèce chimique à sa concentration.
- Concevoir et mettre en œuvre un protocole de dosage par étalonnage d'une espèce chimique à l'aide d'un capteur électrochimique.
- Extraire des informations pour illustrer des applications historiques, actuelles et en développement des capteurs électrochimiques, notamment dans le cadre de mesures environnementales : mesures de traces d'éléments, dosage de gaz (polluants, sonde lambda), analyse en temps réel et transmission des données pour contrôle et régulation.

Choix d'une technique d'analyse

Notions et contenus

Critères de choix :

- coût ;
- durée ;
- justesse et fidélité ;
- seuil de détection ;
- discrimination de plusieurs espèces dans le cas d'un mélange.

Capacités exigibles

Choisir, parmi plusieurs techniques, la plus performante pour un critère donné (coût, durée, justesse et fidélité, seuil, discrimination de plusieurs espèces) en s'appuyant sur son principe, sa mise en œuvre et ses résultats expérimentaux pour une analyse donnée.

Systèmes et procédés

La complexité du monde actuel est une évidence ; elle apparaît distinctement aussi bien dans les phénomènes naturels, dont l'évolution est déterminée par des facteurs multiples et interdépendants, qu'à travers les réalisations technologiques contemporaines. Celles-ci résultent de la synergie de disciplines variées, de la contribution et du croisement de différents points de vue intégrant même les grands enjeux sociaux et économiques. Cette complexité exige que la formation scientifique des jeunes ne s'enferme pas dans des démarches analytiques et encyclopédiques attachées principalement à des objets et à des modèles standardisés ainsi qu'à des domaines de savoirs compartimentés. Cette formation doit s'ouvrir à des approches plus globales, plus synthétiques et plus intégratives, en se référant en permanence aux réalités constitutives de l'environnement immédiat. C'est assurément l'une des clés pédagogiques pour susciter chez les élèves l'intérêt, la curiosité et le désir d'apprendre mais aussi pour leur permettre de développer les compétences transversales dont ils auront besoin dans leurs vies professionnelle et personnelle. À cet égard, l'organisation en thématiques des contenus des enseignements de tronc commun et de spécialité est destinée à favoriser une telle évolution dans le transfert des connaissances.

L'enseignement « systèmes et procédés » en classe terminale doit largement accompagner cette mutation. Il est conçu principalement pour répondre aux objectifs suivants :

- faire acquérir aux élèves des méthodes d'analyse permettant de mobiliser et d'organiser leurs connaissances afin d'appréhender les procédés physico-chimiques industriels et de laboratoire actuels et à venir, de façon à en garantir la pratique maîtrisée et optimale ;
- leur faire percevoir que les concepts et les modèles des sciences de la matière permettent de décrire le fonctionnement des réalisations technologiques contemporaines simples ou complexes et que leur connaissance a été essentielle pour les concevoir, les réaliser ou pour envisager des innovations ;
- leur montrer que la conception et la réalisation des systèmes et procédés ont le plus souvent impliqué des démarches de résolution de problèmes scientifiques, faisant ainsi progresser les savoirs ;
- leur donner une vision moins parcellisée et moins dispersée du savoir, les systèmes actuels et à venir nécessitant, de par leur complexité, une culture scientifique pluridisciplinaire beaucoup plus large et plus globale ;
- développer leurs compétences pour élaborer des modèles, pour expliquer, pour comprendre, pour prévoir et pour agir efficacement ;
- favoriser, à travers l'approche de la complexité du réel, des attitudes et des usages personnels et professionnels plus attentifs à la préservation de l'environnement, à la pluralité des points de vue, à la coopération et à la pluridisciplinarité.

Les **systèmes supports de cet enseignement** sont des dispositifs matériels **réels** d'usage public ou privé ou **didactisés**, caractérisés par leur fonction globale impliquant un ou plusieurs phénomènes physico-chimiques « internes ». Ils sont constitués d'éléments ou de parties en interaction concourant à la mise en œuvre optimisée de la fonction globale opérant sur la grandeur d'entrée (matière, énergie ou information) pour donner la grandeur de sortie. Les relations fonctionnelles d'entrée-sortie peuvent être des transformations qualitatives, des transformations quantitatives, des opérations de stockage, de transport, de tri, etc. On s'intéressera tout particulièrement aux performances et aux solutions scientifiques ayant favorisé des perfectionnements du système ou susceptibles d'amener des innovations, en croisant différents points de vue : coût, rendement, protection de l'environnement, acceptabilité sociale, etc. Des comparaisons entre systèmes remplissant la même fonction peuvent être très fécondes pour remobiliser les compétences et exercer l'esprit critique.

Pour atteindre les objectifs visés par cet enseignement, les élèves sont mis en présence de **systèmes réels ou didactisés**, finalisés et conçus pour assurer une ou des fonction(s) déterminée(s) à travers la mise en œuvre d'un ou de plusieurs procédé(s)

physico-chimique(s) ; leur conception a, le plus souvent, obligé à résoudre un (ou des problèmes), scientifique(s) et technologique(s) spécifique(s). Ils sont utilisés dans la « vie réelle » : dans les laboratoires, dans les industries de procédés, dans les activités personnelles ou de services, etc. Ils doivent donner lieu, au laboratoire du lycée, à des activités expérimentales de physique et de chimie réalisées par les élèves et à des synthèses collectives permettant la structuration des connaissances.

Organisation de l'enseignement

L'enseignement est développé à partir de quelques systèmes en usage dans l'espace public ou dans la sphère privée, choisis en début d'année scolaire par l'équipe pédagogique comme supports d'apprentissage.

Tout en cherchant prioritairement à exploiter les ressources matérielles de l'établissement, l'équipe ne devra pas aller au-delà d'un nombre de six systèmes différents étudiés dans l'année scolaire. De plus, les interactions avec l'environnement socio-économique de l'établissement doivent permettre de disposer de supports matériels pertinents, récents et bien documentés.

Néanmoins, il pourra se faire que, pour de multiples raisons, les systèmes envisagés ne puissent être physiquement disponibles au laboratoire ; le dossier scientifique remis aux élèves, fil directeur de l'étude, devra, dans ce cas, être suffisamment documenté, notamment sur le plan scientifique et technologique, pour les aider à se construire une représentation aussi proche que possible de la réalité tout en ouvrant sur des activités concrètes de laboratoire. Des visites de laboratoires et d'entreprises viendront compléter utilement la formation.

Le système

Quand le système est présent dans l'établissement sous sa forme réelle - industrielle ou de laboratoire ou didactisée -, une première approche globale sera envisagée afin de définir dans un premier temps les principales caractéristiques du système :

- fonction(s) globale(s) réalisée(s) ;
- grandeurs ou flux d'entrée et de sortie ;
- principales performances attendues ;
- dimensions économique et sociétale.

Si le système le permet, une analyse progressive de son fonctionnement, en s'appuyant sur le système lui-même, pourra être conduite parallèlement à des études sur maquettes ou sur montages.

Quand le système n'est pas présent dans l'établissement, un travail préliminaire sur le dossier scientifique permettra de dégager ses principales caractéristiques.

Une analyse progressive du fonctionnement sur le système lui-même pourra être conduite parallèlement à des études sur maquettes ou sur des montages.

Du système aux procédés

À partir des éléments constitutifs du système, on dégagera progressivement les concepts et les modèles physiques ou chimiques correspondant aux opérations mises en œuvre dans le système étudié en se gardant de tout développement théorique qui ne se justifierait pas. Les notions seront apportées au fur et à mesure de leurs besoins. Dans certains cas, l'analyse ne pourra donc être prolongée jusqu'au niveau le plus fin.

Ce sera l'occasion de réinvestir des notions déjà rencontrées dans les autres parties des programmes de la série STL, tant au niveau de la classe de première qu'au niveau de la terminale. Ce sera aussi l'occasion d'introduire de nouvelles notions nécessaires à la compréhension du fonctionnement du système.

L'usage d'outils mathématiques qui ne seraient pas au programme de cette série est proscrit.

L'équipe pédagogique de sciences physiques et chimiques devra s'efforcer de trouver un juste équilibre entre plusieurs critères :

- la disponibilité locale de systèmes et leur pertinence ;
- la diversité des procédés ;
- la diversité des domaines scientifiques explorés au travers des systèmes étudiés : pré-requis et compléments scientifiques compatibles avec les contraintes (durée à consacrer, adaptation au niveau de la classe terminale, outils et matériels nécessaires, etc.).

L'ensemble des notions et contenus nouveaux et des capacités complémentaires à faire acquérir lors de cet enseignement est précisé dans le tableau « **Capacités complémentaires à celles des autres programmes** ». Ce tableau définit les limites qu'il faut donner à la formation en termes de capacités à maîtriser par les élèves à la fin de la scolarité.

Le programme propose cinq exemples. Ils donnent des indications sur le choix des systèmes étudiés et sur l'articulation avec les différentes notions du programme.

Ils sont structurés de la manière suivante :

- une brève description du procédé étudié ;
- les notions déjà étudiées dans les différents programmes de la série STL (« physique-chimie » en première et en terminale (première PC et terminale PC), « mesures et instrumentation » (MI), « sciences physiques et chimiques en laboratoire » en première et en terminale (première PCL et terminale PCL), etc.) ;
- les nouvelles notions nécessaires pour l'étude du procédé.

Tout autre système et tout autre procédé permettant d'aborder les capacités complémentaires à celles des autres programmes et revêtant une réalité dans les espaces public ou privé peuvent être choisis par les équipes pédagogiques.

Si l'ensemble des notions à introduire doit être couvert, il est par ailleurs souhaitable qu'elles soient communes à plusieurs procédés afin de permettre aux élèves de les réinvestir dans des contextes différents.

Capacités exigibles complémentaires à celles du tronc commun

Thermodynamique

Notions et contenus

Transfert d'énergie d'une source froide à une source chaude.
 Transfert d'énergie sous forme de travail et de chaleur.
 Modèle du gaz parfait.
 Premier principe et second principe de la thermodynamique.

Capacités exigibles

- Pour une pompe à chaleur, un climatiseur ou un réfrigérateur : décrire le principe de fonctionnement ; identifier les transferts d'énergie mis en jeu et réaliser le bilan énergétique.
- Citer l'influence de la différence de température des deux sources sur le coefficient de performance d'une pompe à chaleur ou d'un climatiseur.
- Distinguer un échange d'énergie par travail et par transfert thermique.
- Expliquer comment une compression ou une détente augmente ou abaisse la

	température d'un gaz.
	- Appliquer le principe de conservation de l'énergie à une machine ditherme.
	- Énoncer le second principe de la thermodynamique comme l'impossibilité d'un transfert thermique spontané d'une source froide vers une source chaude.
	- Énoncer et exploiter, dans le cadre du second principe, la relation entre les énergies échangées par transferts thermiques et les températures des sources pour une machine ditherme.
	- Définir, exprimer et calculer le rendement ou l'efficacité d'une machine thermique.
	- Distinguer le coefficient de performance d'une machine thermique de son efficacité thermodynamique.
Irréversibilité.	- Identifier des causes d'irréversibilité.
Flux thermique en régime permanent.	- Déterminer expérimentalement le flux thermique échangé par les fluides dans un échangeur liquide-liquide.
Échangeur thermique.	- Évaluer à partir de données expérimentales le coefficient global d'échange.
Phénomènes de transport.	- Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de diffusion.
	- Mettre en évidence expérimentalement l'influence de la température sur la diffusion.
	- Mettre en évidence expérimentalement l'effet de la masse molaire moléculaire des espèces sur la diffusion.
Diagrammes binaires.	- Réaliser et légènder le tracé d'un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur d'un mélange binaire à partir des courbes d'analyse thermique et de la composition des phases liquide et gaz.
Distillation.	- Exploiter un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur pour identifier le composé le plus volatil et reconnaître la présence d'un azéotrope.
	- Dédire d'un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur, la composition des premières bulles de vapeur formées.
	- Prévoir la nature du distillat et du résidu d'une distillation fractionnée avec ou sans azéotrope.
	- Analyser par réfractométrie la composition d'un mélange à partir d'une courbe d'étalonnage.
	- Identifier les paramètres agissant sur le pouvoir séparateur des colonnes.
	- Expliquer l'intérêt à réaliser une distillation sous pression réduite.
	- Identifier dans un système complexe les éléments constituant la distillation.

Mécanique des fluides

Notions et contenus

Conservation de l'énergie.
 Fluide incompressible en mouvement.
 Puissance hydraulique.
 Pertes de charge.

Capacités exigibles

- Énoncer et exploiter la loi de conservation de l'énergie d'un fluide incompressible en mouvement.
 - Déterminer expérimentalement l'influence de quelques paramètres sur les pertes de charge : vitesse d'écoulement, longueur et section de la canalisation, singularités.

Énergie électrique

Notions et contenus

Modèle d'un dipôle actif, limitation du modèle.
 Caractéristique d'un générateur.
 Caractérisation physique des grandeurs liées au transport de l'énergie électrique.

Capacités exigibles

- Déterminer expérimentalement la caractéristique d'un générateur.
 - Visualiser une représentation temporelle d'une tension électrique, d'une intensité électrique en régime périodique et en analyser les caractéristiques.
 - Visualiser une représentation temporelle de la puissance instantanée consommée ou fournie par un dipôle en régime périodique et mesurer sa valeur moyenne.
 - Distinguer puissance moyenne et puissance instantanée.
 - Interpréter les données fournies par un analyseur d'énergie électrique industriel.
 - Énoncer et exploiter la loi de conservation de l'énergie pour un convertisseur statique idéal.
 - Associer l'onduleur à un convertisseur continu-alternatif.
 - Associer le redresseur à un convertisseur alternatif-continu.

Conversion statique de l'énergie électrique.

Traitement du signal

Notions et contenus

Modèle d'un dipôle actif, limitation du modèle.
 Caractéristique de transfert statique d'un capteur.
 Conditionneur de capteur.
 Filtrage et amplification de tension.
 Gabarit.

Capacités exigibles

- Déterminer expérimentalement la caractéristique de transfert statique d'un capteur.
 - Visualiser la réponse temporelle d'un capteur.
 - Déterminer le temps de réponse d'un capteur.
 - Visualiser et exploiter la caractéristique de transfert d'un ensemble capteur-conditionneur.
 - Exploiter la courbe du coefficient d'amplification en fonction de la fréquence d'un amplificateur pour déterminer ses limites d'utilisation.
 - Dédire les propriétés d'un filtre de la courbe représentant le coefficient d'amplification en fonction de la fréquence.
 - Proposer un gabarit de filtre pour répondre à un cahier des charges.

Numérisation d'une tension.

- Citer les caractéristiques utiles d'un CAN : nombre de bits, quantum, fréquence de conversion.

Contrôle et régulation

Notions et contenus

Aspect fonctionnel.
Boucle de régulation.
Schéma fonctionnel, chaînes d'action et de retour, correcteur.

Grandeurs fonctionnelles : grandeurs réglées, réglantes et perturbatrices.

Caractéristiques statiques et dynamiques.
Systèmes stable et instable.

Caractéristique statique : gain statique ; point de fonctionnement.

Caractérisation des modèles comportementaux : caractéristiques dynamiques des procédés, comportement autour d'un point de fonctionnement.

Régulation à action discontinue (TOR).

Régulation à action continue (PI) : critères de performance d'une boucle d'asservissement ou de régulation :

- précision ;
- rapidité ;
- amortissement.

Capacités exigibles

- Identifier, nommer et connaître la fonction des éléments constitutifs d'une boucle de régulation.

- Établir le schéma fonctionnel d'une boucle de régulation.
- Citer la nature des signaux d'interconnexion des éléments constitutifs des chaînes d'action et de retour ainsi que les valeurs normalisées les plus courantes.

- Identifier les grandeurs fonctionnelles d'une boucle de régulation.
- Placer les grandeurs fonctionnelles sur un schéma fonctionnel.

- Citer les définitions d'un système stable ou instable.

- Tracer et exploiter la caractéristique statique d'un procédé stable. Calculer, au point de fonctionnement, le gain statique.

- Mettre en évidence expérimentalement le déplacement du point de fonctionnement quand la perturbation varie.

- Différencier le comportement des systèmes par leur réponse à un échelon de commande.

- Déterminer les paramètres intrinsèques des procédés :

- . pour un système stable : le gain statique, la constante de temps, le temps mort,
- . pour un système instable ou intégrateur : le gain dynamique et le temps mort.

- Tracer et exploiter l'évolution des grandeurs à partir d'une consigne fixe pour les régulations TOR à un seuil et à deux seuils de basculement.

- Mesurer les critères de performance en boucle fermée, autour d'un point de fonctionnement, suite à un échelon de consigne :

- . l'écart statique,
- . le temps de réponse à 5 %,
- . la valeur du 1er dépassement.

- En asservissement et en régulation, pour un échelon de consigne ou de la perturbation :

. Mettre en évidence expérimentalement l'influence du gain sur l'écart statique, le temps de réponse à 5 % et le dépassement pour une correction proportionnelle.

. Mettre en évidence expérimentalement l'influence d'une correction intégrale sur l'écart statique, le temps de réponse à 5 % et le dépassement.

- Comparer l'intérêt relatif d'une régulation à action discontinue et d'une régulation à action continue (avec correcteur PID) dans un contexte donné.

Matériaux

Notions et contenus

Familles de matériaux.

Propriétés physico-chimiques des matériaux.

Choix du matériau.

Capacités exigibles

- Différencier les grandes familles de matériaux (céramiques, métaux et alliages, verres, matières plastiques, composite, matériaux naturels, etc.).

- Citer quelques propriétés physiques et chimiques d'un matériau utilisé dans un système : résistance mécanique, tenue en température et inertie chimique, densité, dureté, conductivités, porosité et état de surface, perméabilité, propriétés optiques.

- Proposer, en argumentant à partir d'une documentation, un matériau adapté à une partie d'un système donné, en fonction d'un cahier des charges (propriétés d'usage, capacités de durabilité, durée de vie, recyclage, impact économique, impact environnemental et sociétal).

Annexe

Exemple 1 : production autonome d'électricité

Système étudié : installation photovoltaïque

Entrée :

Rayonnement solaire

Besoins : alimentation autonome en électricité

Sortie :

Puissance électrique

Fonctions

Capture de l'énergie solaire

Notions et contenus des programmes

Coefficient de transmission énergétique (Tale PCL)

Notions et contenus complémentaires

Matériaux

Conversion de l'énergie solaire en énergie électrique	Spectre de la lumière du soleil, longueur d'onde (1ère PCL + 1ère PC) Énergie et puissance électriques (1ère PC) Effet photovoltaïque Interaction rayonnement matière (1ère PCL) Énergie d'un photon (1ère PCL + Tale PC) Conversion photovoltaïque (Tale PC) Mesure de flux lumineux (1ère PC et 1ère PCL) Photo détecteurs (1ère PCL)	Caractéristique d'un générateur
Stockage de l'énergie	Transformations chimiques et transformation d'énergie électrique (Tale PC) Piles, accumulateurs, piles à combustibles (Tale PC)	
Régulation de la puissance fournie à la batterie par la cellule	Loi des nœuds et lois des mailles (1ère PC)	Régulation
Conversion statique de l'énergie électrique (continu alternatif)	Énergie et puissance électrique (1ère PC) Bilan énergétique (1ère et Tale PC)	Convertisseurs statiques
Surveillance et mise en sécurité de la batterie	Chaîne de mesure (MI)	

Exemple 2 : chauffage

Système étudié : installation domestique utilisant une pompe à chaleur. Exemple de la pompe à chaleur air/eau, technologie « fluides intermédiaires »

Entrée :	Sortie :
énergie interne de l'air extérieur et énergie électrique	énergie interne de l'air intérieur
Besoin : maintien de la température dans un espace de volume donné	

Fonction	Notions et contenus des programmes	Notions et contenus complémentaires
Transfert thermique entre deux fluides Stockage d'énergie	Énergie interne et température, capacité thermique massique (1ère PC) Mesure de pression (MI) Mesure de température (MI) Transformations physiques et effets thermiques associés : transfert thermique et changement d'état (Tale PC) Changements d'états d'un fluide (Tale PC).	Transfert d'énergie d'une source froide à une source chaude Transfert d'énergie sous forme de travail et de chaleur, cycle, efficacité Premier principe et second principe de la thermodynamique Modèle du gaz parfait Irréversibilité
Échange thermique Ventilation	Mesure de température (MI) Convection et conduction (1ère PC)	Flux thermique en régime permanent Échangeur thermique
Circulation d'un fluide	Écoulement stationnaire Loi de conservation de la masse, fluide parfait et incompressible (Tale PC) Mesures de débit (MI)	Fluide incompressible en mouvement Puissance hydraulique Pertes de charge
Maintien en température d'une enceinte Conversion de l'énergie électrique	Bilan thermique expérimental d'une enceinte (1ère PC) Moteur et compresseur (Tale PC) Puissance absorbée, puissance utile, rendement (Tale PC) Convertisseur électromécanique (Tale PC)	
Régulation de température	Mesure de température, capteur de température (MI) Chaîne de traitement (MI)	Système bouclé TOR

Exemple 3 : séparation de constituants chimiques

Système étudié : distillateur

Entrée :	Sortie :
liquide(s) à distiller	distillat purifié et résidu de distillation
Besoin : obtention d'un ou plusieurs composés chimiques	

Fonctions	Notions et contenus des programmes	Notions et contenus complémentaires
Chauffage d'un mélange	Énergie et puissance électrique (1ère PC) Énergie électrique et effet Joule (1ère PC) Solvant, soluté, concentration (2de, 1ère PCL) Changement d'état (liquide-vapeur) (Tale PC)	

	Bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire (1ère PC)	
Séparation de constituants	Distillation (1ère PCL)	Diagrammes binaires
Refroidissement du distillat	Transferts thermiques (PC) Changement d'état (vapeur-liquide) (Tale PC) Puissance thermique (1ère PC) Rendement thermique (Tale PC)	
Contrôle et régulation de la température	Énergie interne, température (1ère PC) Mesure de température (MI)	Boucle de régulation Régulation à action discontinue (TOR)
Contrôle et régulation des débits d'eau de refroidissement et de distillat	Écoulement stationnaire (Tale PC) Débit volumique et massique (Tale PC)	Boucle de régulation Régulation à action continue

Exemple 4 : production autonome d'électricité avec une pile à combustible

Système étudié : pile à combustible

Entrée :	Sortie :
Réactifs	Énergie électrique
Hydrogène et oxygène (air) ou Méthanol et oxygène (air)	
Besoin : fournir une puissance électrique sous une tension donnée	

Fonction	Notions et contenus des programmes	Notions et contenus complémentaires
Stockage des réactifs Stockage de l'hydrogène Stockage du méthanol	Mesure de pression (MI ; Tale PC) Mesure de volume (MI) Analyse des risques (1ère PC)	Modèle du gaz parfait
Humidification des gaz à l'entrée	États de la matière. Transfert thermiques et changements d'état. Transformations physiques et effets thermiques (Tale PC)	Régulation
Détente et compression des gaz	Mesure de pression (MI) Mesure de débit (MI ; Tale PC) Débit volumique (Tale PC)	Régulation de pression et de débit (continue et discontinue)
Conversion d'énergie chimique en énergie électrique	Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique (Tale PC) Piles à combustible (Tale PC) Catalyseurs (Tale PC)	Propriétés physico-chimiques des matériaux Puissance moyenne et puissance instantanée
Régulation de la température de l'empilement des modules	Bilan thermique expérimental d'une enceinte (1ère PC) Mesure de température (MI ; 1ère PC)	Régulation
Régulation de tension	Mesure de tension, capteur de courant (MI) Tension et intensité électriques dans un circuit en régime continu (1er PC) Conditions d'utilisation optimales d'une batterie (Tale PC) Chaîne de traitement (MI)	Caractéristique d'un générateur Système bouclé Régulation

Exemple 5 : obtention d'eau douce

Système réel étudié : osmoseur pour la plaisance

Entrée :	Sortie :
eau de mer	eau douce
Besoin : quantité quotidienne d'eau douce	

Fonction	Notions et contenus des programmes	Notions et contenus complémentaires
Pompage et mise sous pression de l'eau de mer	Énergie et puissance électrique (1ère PC) Puissance absorbée, puissance utile, rendement d'un convertisseur électromécanique (Tale PC) Rendement, débit volumique (Tale PC)	Fluide incompressible en mouvement, conservation de l'énergie d'un fluide incompressible en mouvement Puissance hydraulique Conservation de l'énergie Pertes de charge

Prétraitements de l'eau (réduction du colmatage de la membrane et de la formation de précipités)	Nanomatériaux (1ère et Tale PC) Filtration (1ère PCL) Réactions de précipitation (Tale PCL) Polymères (1ère PC) Solubilité, polarité (Tale PC)	Matériaux : propriétés physicochimiques, choix
Diffusion au travers d'une membrane semi-perméable	Solvant, soluté, dissolution, concentration, dilution (2de, 1ère PCL) Séparation et purification (1ère PCL) Pression dans un fluide (2de, Tale PC) Polymères (1ère PC) Pression dans un fluide (2de, Tale PC) Écoulement d'un fluide, débit (Tale PC)	Phénomènes de transport
Contrôle en ligne des concentrations dans le perméat Récupération de l'énergie hydraulique du concentrat (turbopompes, turbines, échangeurs de pression)	Conductimétrie (1ère et Tale PCL) Écoulement d'un fluide, débit (Tale PC)	Fluide incompressible en mouvement Puissance hydraulique Conservation de l'énergie Pertes de charge



education.gouv.fr

[Accueil](#) > [Le Bulletin officiel](#) > [Bulletin officiel](#) > 2011 > spécial n°8 du 13 octobre 2011

Bulletin officiel spécial n°8 du 13 octobre 2011

Enseignement de physique-chimie de la série sciences et technologies de laboratoire, spécialité biotechnologies - classe terminale

NOR : MENE1121696A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 relatif ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de physique-chimie en classe terminale de la série sciences et technologies de laboratoire - spécialité biotechnologies est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme d'enseignement de physique-chimie

Classe terminale de la série technologique STL, spécialité biotechnologies

Les objectifs et les démarches de l'enseignement de physique-chimie de la série STL (spécialité biotechnologies) se situent dans le prolongement de l'initiation aux sciences physiques et chimiques entreprise au collège puis en classe de seconde et de première. Au travers de l'apprentissage de la démarche scientifique, cet enseignement vise l'acquisition ou le renforcement chez les élèves de connaissances des lois et des modèles physiques et chimiques fondamentaux, de compétences expérimentales et d'une méthodologie de résolution de problèmes dans les domaines en lien avec les technologies industrielles ou de laboratoire, sans spécialisation excessive. Il doit permettre aux élèves d'accéder à des poursuites d'études supérieures scientifiques et technologiques dans de nombreuses spécialités et d'y réussir, puis de faire face aux évolutions scientifiques et technologiques qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles. L'accent est donc mis sur l'acquisition d'une culture scientifique, de notions et de compétences pérennes pouvant être réinvesties dans le cadre d'une formation tout au long de la vie.

Depuis des siècles, les sciences ont contribué à apporter des réponses aux problèmes qui se sont posés à l'humanité et l'ont aidée à relever de véritables défis en contribuant largement au progrès technique ; elles permettent de mieux comprendre le monde complexe qui est le nôtre et ses modes de fonctionnement, notamment ceux qui résultent de la technologie omniprésente.

Dans la série technologique STL (spécialité biotechnologies), le programme d'enseignement privilégie une approche thématique ouverte sur les réalités contemporaines, permettant d'articuler les connaissances et les capacités fondamentales en les contextualisant grâce à des mises en situation ou des applications dans des domaines relevant de la spécialité biotechnologie. Cette démarche permet d'**identifier** des phénomènes et propriétés relevant du champ des sciences physiques et chimiques dans des réalisations technologiques, de **préciser** les problèmes qu'elles ont permis de résoudre, de **mettre en évidence** le rôle qu'elles ont joué dans l'élaboration des objets ou des systèmes simples, complexes ou innovants actuels, de **souligner** la place qu'elles peuvent et doivent tenir pour faire face aux grands défis de société.

Complémentairement, une mise en perspective historique fournit l'occasion de faire ressortir comment les allers-retours entre la technologie et les sciences physiques et chimiques ont permis de formidables inventions, découvertes et innovations scientifiques et technologiques. Celles-ci ont conduit à la réalisation de progrès techniques tout autant que de grandes avancées intellectuelles dans l'intelligibilité du monde réel.

De même que la science n'est pas faite de vérités intangibles et immuables, la technologie est en perpétuelle évolution. Qu'il s'agisse de la compréhension du monde pour le chercheur ou de la conception de nouveaux dispositifs pour l'ingénieur, leurs activités procèdent de démarches intellectuelles analogues ; il s'agit pour eux, à partir d'un questionnement, de rechercher des

réponses ou des solutions à un problème, de les enrichir et de les faire évoluer avec le temps pour les rendre plus efficaces. Ces procédures entre travail conceptuel, modélisation et expérimentation constituent des composantes de la démarche scientifique. Initier l'élève à la **démarche scientifique**, c'est lui permettre de développer des compétences nécessaires pour prendre des décisions raisonnables et éclairées dans les nombreuses situations nouvelles qu'il rencontrera tout au long de sa vie et, ainsi, le conduire à devenir un adulte libre, autonome et responsable.

Ces compétences nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l'activité scientifique :

- faire preuve d'initiative, de ténacité et d'esprit critique ;
- confronter ses représentations avec la réalité ;
- observer en faisant preuve de curiosité ;
- mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
- raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse.

La **modélisation** est une composante essentielle de la démarche scientifique. Elle a pour objectif de représenter une réalité (en la simplifiant souvent) et de prévoir son comportement. Les activités pédagogiques proposées amènent l'élève à **associer** un modèle à un phénomène, à **connaître** ses conditions de validité. Les résultats expérimentaux sont **analysés** et **confrontés** aux prévisions d'un modèle, lui-même travaillé grâce à des simulations qui peuvent à leur tour permettre de proposer des expérimentations.

Autre composante essentielle de la démarche scientifique, la **démarche 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 sont parfois déroutantes, où des expériences peuvent échouer, où chaque geste demande à être maîtrisé, où les mesures - toujours entachées d'erreurs aléatoires - ne sont pas des erreurs systématiques - ne permettent de déterminer des valeurs de grandeurs qu'avec une incertitude qu'il faut pouvoir évaluer au mieux. La maîtrise de la précision dans le contexte des activités expérimentales est au cœur de l'enseignement de la physique et de la chimie. Elle participe à l'éducation des élèves à la construction d'une vision critique des informations données sous forme numérique, à la possibilité de les confronter à une norme, éducation indispensable pour l'évaluation des risques et la prise de décision.

Les **activités expérimentales** menées par les élèves sont un moyen d'appropriation de techniques, de méthodes, mais aussi de notions et de concepts. Associée à un questionnement inscrit dans un cadre de réflexion théorique, l'activité expérimentale, menée dans l'environnement du laboratoire, conduit notamment l'élève à **s'approprier** la problématique du travail à effectuer, à maîtriser l'environnement matériel (à l'aide de la documentation appropriée), à **justifier** ou à **proposer** un protocole, à **mettre en œuvre** un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité. L'élève doit porter un regard critique sur les résultats en identifiant les sources d'erreurs et en estimant l'incertitude sur les mesures.

L'activité expérimentale offre un cadre privilégié pour susciter la curiosité de l'élève, pour le rendre autonome et apte à prendre des initiatives et pour l'habituer à **communiquer** en utilisant des langages et des outils pertinents.

Ainsi, l'approche expérimentale ne peut se concevoir que si les conditions indispensables à une activité concrète, authentique et en toute sécurité sont réunies.

La pratique scientifique nécessite l'utilisation d'un langage spécifique. L'élève doit donc pouvoir :

- s'exprimer avec un langage scientifique rigoureux ;
- choisir des unités adaptées aux grandeurs physiques étudiées ;
- utiliser l'analyse dimensionnelle ;
- évaluer les ordres de grandeur d'un résultat.

Ces compétences sont indissociables des compétences mathématiques nécessaires. De plus, en devant présenter la démarche suivie et les résultats obtenus, l'élève est amené à pratiquer une activité de communication susceptible de le faire progresser dans la maîtrise des compétences langagières, orales et écrites, en langue française, mais aussi en anglais, langue de communication internationale dans le domaine scientifique.

L'usage adapté des Tic

La physique et la chimie fournissent naturellement l'occasion d'acquérir des compétences dans l'utilisation des Tic, certaines étant spécifiques à la discipline et d'autres d'une portée plus générale.

Outre la recherche documentaire, le recueil des informations, la connaissance de l'actualité scientifique, qui requièrent notamment l'exploration pertinente des ressources d'internet, l'activité expérimentale doit s'appuyer avec profit sur l'expérimentation assistée par ordinateur, la saisie et le traitement des mesures.

L'automatisation de l'acquisition et du traitement des données expérimentales peut ainsi permettre de dégager du temps pour la réflexion, en l'ouvrant aux aspects statistiques de la mesure et au dialogue entre théorie et expérience.

La simulation est l'une des modalités de la démarche scientifique susceptible d'être mobilisée par le professeur ou par les élèves eux-mêmes.

L'usage de caméras numériques, de dispositifs de projection, de tableaux interactifs et de logiciels généralistes ou spécialisés doit être encouragé.

Les travaux pédagogiques et les réalisations d'élèves gagneront à s'insérer dans le cadre d'un environnement numérique de travail (ENT), au cours ou en dehors des séances.

Il faudra toutefois veiller à ce que l'usage des Tic, comme auxiliaire de l'activité didactique, ne se substitue pas à une activité expérimentale directe et authentique.

Outre les sites ministériels, les sites académiques recensent des travaux de groupes nationaux, des ressources thématiques (Édubase), des adresses utiles sur les usages pédagogiques des Tic.

Présentation du programme

Ce programme est présenté selon deux colonnes intitulées :

- Notions et contenus : il s'agit des notions et des concepts scientifiques à construire ;
- Capacités exigibles : il s'agit des capacités que les élèves doivent maîtriser en fin de cycle.

Il convient de ne pas procéder à une lecture linéaire de ce programme, mais de proposer une progression qui :

- s'appuie sur les acquis des élèves en seconde et en première, ce qui peut nécessiter la mise en place d'une évaluation

diagnostique ;

- est organisée autour des thèmes ;

- vise la mise en œuvre par les élèves des compétences présentées dans le préambule et des capacités exigibles décrites dans le programme.

Pour des raisons d'efficacité pédagogique, le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et des concepts, se déploiera à partir d'objets techniques, professionnels, familiers ou à partir de procédés simples ou complexes, emblématiques du monde contemporain. Cette approche crée un contexte d'apprentissage stimulant, susceptible de mobiliser les élèves autour d'activités pratiques et permettant de développer des compétences variées. Cela fournit aussi l'occasion de montrer comment les sciences physiques et chimiques peuvent contribuer à une meilleure prise de conscience des enjeux environnementaux et à l'éducation au développement durable.

Le programme est construit autour de trois concepts-clés de physique et de chimie : **l'énergie, la matière et l'information**.

L'énergie est au cœur de la vie quotidienne et de tous les systèmes techniques. Les grandes questions autour des « économies d'énergie » et plus largement du développement durable ne peuvent trouver de réponse qu'avec une maîtrise de ce concept et des lois qui lui sont attachées. Le programme permet, à travers de nombreux exemples, de mettre en évidence les notions de conservation et de qualité (et donc de dégradation) de l'énergie, les notions de transfert d'énergie, de conversion d'énergie et de rendement.

Pour ce qui concerne la **matière**, omniprésente sous forme minérale ou organique, qu'elle soit d'origine naturelle ou synthétique, dans les systèmes inertes ou vivants, le programme enrichit les modèles relatifs à sa constitution et à ses transformations. À travers l'étude de différents matériaux sont abordées les notions de liaisons, de macromolécules et d'interactions intermoléculaires pour rendre compte de propriétés macroscopiques spécifiques. Les transformations de la matière abordent les problématiques liées à la synthèse, les bilans de matière (lois de conservation) et les différents effets associés aux transformations physiques, chimiques et nucléaires (transfert thermique, travail électrique, rayonnement, travail mécanique). Les élèves sont sensibilisés au risque chimique et à la sauvegarde de l'environnement.

La prise d'**information**, son traitement et son utilisation sont présents dans quasiment tous les dispositifs que ce soit pour l'optimisation de l'utilisation des ressources dans des locaux professionnels, pour la gestion de déplacement de matière ou de personne ou dans le domaine du diagnostic médical. L'étude des chaînes d'information sera l'occasion de montrer que l'information peut être transportée par différentes grandeurs physiques, de faire le lien entre les capteurs et les lois physiques mises en œuvre, d'étudier la structure d'une chaîne d'information.

Dans la continuité du programme de première de physique-chimie, ces concepts sont introduits à travers trois thèmes :

- **Locaux professionnels** : ce thème prolonge le thème habitat abordé en première et donne la possibilité d'étudier la gestion de l'énergie (sous forme électrique, thermique, solaire, chimique), les fluides et la communication, en particulier dans les locaux professionnels. Des liens ou des transpositions pourront être faits avec la gestion de l'énergie des dispositifs (réacteurs, autoclaves, réfrigérateurs, etc.) présents dans les laboratoires de physique, de chimie et de biologie ainsi que dans les différentes unités de production et d'analyse dans les bio-industries. Ce sera aussi l'occasion de s'intéresser aux produits d'entretien utilisés dans ces locaux.

- **Déplacement de matière ou de personne** : ce thème prolonge le thème transport abordé en première et permet de mettre en place les outils nécessaires à l'étude du mouvement, des différents types de motorisation (thermique et électrique) ainsi que des dispositifs de sécurité et de contrôle des déplacements.

- **Imagerie médicale, exploration fonctionnelle et radiothérapie** : ce thème prolonge celui de la santé étudié en première et fournit l'opportunité d'aborder l'utilisation des ondes électromagnétiques dans l'imagerie médicale et de la radioactivité dans l'exploration fonctionnelle et la radiothérapie.

L'objectif est de montrer que des lois importantes régissent le comportement d'objets ou de systèmes et permettent de prévoir des évolutions et des états finaux : lois de conservation de la matière et de l'énergie.

Ces thèmes font parfois appel aux mêmes concepts. Le professeur peut ainsi réinvestir, dans d'autres contextes, les connaissances et les capacités déjà introduites et travaillées lors de l'étude d'un autre thème.

La pratique d'activités expérimentales permet aussi d'acquérir des compétences dans le domaine de la **mesure** et des **incertitudes**. En faisant prendre conscience à l'élève des causes de limitation de la précision, des sources d'erreurs et de leurs implications sur la qualité de la mesure pour finalement aboutir à la validation d'une loi ou d'un modèle, on développe l'esprit critique, la capacité d'analyse et l'attitude citoyenne. 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.

Le tableau suivant résume les notions et capacités spécifiques relatives aux mesures et à leurs incertitudes que les élèves doivent **maîtriser** à la fin de la formation du lycée.

Ces notions diffusent dans chacun des thèmes du programme et ces capacités sont développées tout au long de l'année scolaire, dans le cadre des activités expérimentales. Elles ne font pas l'objet de séquences de cours spécifiques.

Notions et contenus

Erreurs et notions associées

Incertitudes et notions associées

Capacités exigibles

- Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.).

- Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreur.

- Comparer le poids des différentes sources 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

Expression et acceptabilité du résultat

sources d'erreurs.

- 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.

Locaux professionnels

Gestion de l'énergie

Notions et contenus

Énergie solaire : conversions photovoltaïque et thermique.

Modèle corpusculaire de la lumière, le photon.

Énergie d'un photon.

Capacités exigibles

- Citer les modes d'exploitation de l'énergie solaire.
- Schématiser les transferts et les conversions d'énergie mises en jeu dans un dispositif utilisant l'énergie solaire ; donner des ordres de grandeur des échanges.
- Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.
- Mettre en œuvre une cellule photovoltaïque. Effectuer expérimentalement le bilan énergétique d'un panneau photovoltaïque.

Gestion des fluides

Notions et contenus

Pression dans un fluide parfait et incompressible en équilibre : pressions absolue, relative et différentielle.

Équilibre d'un fluide soumis à la pesanteur.

Écoulement stationnaire.

Débit volumique et massique.

États de la matière. Transfert thermiques et changements d'état.

Transformations physiques et effets thermiques associés.

Capacités exigibles

- Mesurer des pressions (absolue et relative).
- Citer et exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique.
- Expliciter la notion de vitesse moyenne d'écoulement dans une canalisation.
- Mesurer un débit.
- Citer et appliquer la loi de conservation de la masse.
- Différencier les différentes transformations liquide-vapeur pour l'eau : évaporation, ébullition.
- Associer un changement d'état au niveau macroscopique à l'établissement ou la rupture d'interactions entre entités au niveau microscopique.
- Utiliser un diagramme d'état (P, T) pour déterminer l'état d'un fluide lors d'une transformation.
- Utiliser l'enthalpie de changement d'état pour effectuer un bilan énergétique.

Gestion de la communication

Notions et contenus

Ondes électromagnétiques.

Spectre des ondes utilisées en communication.

Champ électrique, champ magnétique.

Capacités exigibles

- Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d'onde dans le vide.
- Positionner le spectre des ondes utilisées pour les communications.
- Définir et mesurer les grandeurs physiques associées à une onde : période, fréquence, longueur d'onde, célérité.
- Énoncer qu'une onde électromagnétique se propage dans le vide.
- Décrire la structure d'une onde électromagnétique : champ magnétique, champ électrique.
- Relier qualitativement le champ électrique d'une onde électromagnétique en un point à la puissance et à la distance de la source.
- Citer quelques exemples de capteurs et de détecteurs utilisés dans les locaux professionnels.
- Préciser les grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que le phénomène physique auquel la grandeur d'entrée est sensible.
- Distinguer les deux types de grandeurs : analogiques ou numériques.
- Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple utilisée en communication dans des locaux professionnels.

Mesure des grandeurs physiques.

Entretien et hygiène

Notions et contenus

Réactions acide-base et transferts de protons.

Solutions acides, basiques.

pH.

Capacités exigibles

- Citer des produits d'entretien couramment utilisés dans les locaux professionnels (détartrants, déboucheurs, savons, détergents, désinfectants, dégraissants, etc.) ; reconnaître leur nature chimique et leur précaution d'utilisation (étiquette, pictogramme).

Solubilisation.
Solvants de nettoyage.

- Définir les termes suivants : acide, base, couple acide-base.
- Écrire une réaction acide-base, les couples acide-base étant donnés.
- Citer le sens de variation du pH en fonction de l'évolution de la concentration en $H^+(aq)$.
- Choisir un solvant pour éliminer une espèce chimique à partir de données sur sa solubilité ou à partir d'une démarche expérimentale.

Déplacement de matière ou de personne

Mise en mouvement

Notions et contenus

Actions mécaniques : forces, moment de force, couples et moment d'un couple.
Transfert d'énergie par travail mécanique (force constante ; couple constant). Puissance moyenne.
Conservation et non-conservation de l'énergie mécanique.
Frottements de contact entre solides ; action d'un fluide sur un solide en mouvement relatif.

Capacités exigibles

- Identifier, inventorier, caractériser et modéliser les actions mécaniques s'exerçant sur un solide.
- Associer une variation d'énergie cinétique au travail d'une force ou d'un couple.
- Relier l'accélération à la valeur de la résultante des forces extérieures ou au moment du couple résultant dans le cas d'un mouvement uniformément accéléré.
- Écrire et exploiter l'expression du travail d'une force constante ou d'un couple de moment constant.
- Associer la force de résistance aérodynamique à une force de frottement fluide proportionnelle à la vitesse au carré et aux paramètres géométriques d'un objet en déplacement.

Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme thermique.
Combustion.

- Citer différents carburants utilisés et leur mode de production (pétrochimie, agrochimie, bio-industrie, etc.).
- Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir les quantités de matière nécessaires et l'état final d'un système.
- Déterminer expérimentalement l'énergie libérée au cours de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un carburant oxygénée, puis confronter à la valeur calculée à partir d'enthalpies de combustion tabulées.
- Citer les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection.

Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique.
Piles, accumulateurs, piles à combustible.

- Citer les caractéristiques des piles et leurs évolutions technologiques.
- Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur.
- Écrire les équations des réactions aux électrodes.
- Expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur, d'une pile à combustible.
- Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir la quantité d'électricité totale disponible dans une pile.
- Associer charge et décharge d'un accumulateur à des transferts et conversions d'énergie.
- Définir les conditions d'utilisation optimales d'une batterie d'accumulateurs : l'énergie disponible, le courant de charge optimum et le courant de décharge maximal.

Chaînes énergétiques.
Énergie et puissance.
Puissance absorbée ; puissance utile ; réversibilité ; rendement.
Convertisseurs électromécaniques d'énergie ; réversibilité.
Rendement de conversion.

- Décrire et schématiser les transferts ou les transformations d'énergie mis en jeu dans le déplacement d'un objet en mouvement en distinguant notamment les mouvements à accélération constante et les mouvements à vitesse constante.
- Comparer des ordres de grandeur des énergies stockées dans différents réservoirs d'énergie.
- Écrire et exploiter la relation entre une variation d'énergie et la puissance moyenne.
- Évaluer l'autonomie d'un système mobile autonome ; la comparer aux données du constructeur.
- Décrire les étapes conduisant de la combustion à l'énergie mécanique. Donner un ordre de grandeur du rendement.
- Déterminer expérimentalement le rendement d'un moteur électrique.
- Exploiter la caractéristique mécanique d'un moteur électrique et déterminer un point de fonctionnement.

Longévité et sécurité

Notions et contenus

Des matériaux résistants : contraintes mécaniques et thermiques, corrosion.

Capacités exigibles

- Distinguer les différentes familles de matériaux présentes dans un dispositif assurant un déplacement de matière ou de personne et relier leurs propriétés physico-chimiques à leur utilisation.
- Illustrer le rôle des différents facteurs agissant sur la corrosion des métaux

et le vieillissement des matériaux.

- Prévoir différents moyens de protection et vérifier expérimentalement leur efficacité.

L'assistance au déplacement

Notions et contenus

Mesure des grandeurs physiques dans un dispositif assurant un déplacement de matière ou de personne.

Capacités exigibles

- Citer quelques exemples de capteurs et de détecteurs utilisés dans un dispositif de déplacement de matière ou de personne.
- Préciser les grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que le phénomène physique auquel la grandeur d'entrée est sensible.
- Distinguer les deux types de grandeurs : analogiques ou numériques.
- Interpréter le spectre d'un signal périodique : déterminer la fréquence du fondamental, déterminer les harmoniques non nuls.
- Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple (conditionneur de capteur, conditionneur de signal, numérisation, etc.).

Imagerie médicale, exploration fonctionnelle et radiothérapie

Imagerie médicale

Notions et contenus

Ondes électromagnétiques ; rayonnements gamma, X, UV, visible, IR.

Réflexion, absorption et transmission des ondes électromagnétiques.

Champ magnétique : sources de champ magnétique (Terre, aimant, courant).

Sources de champ magnétique intenses : électro-aimant supraconducteur.

Capacités exigibles

- Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence, leur longueur d'onde dans le vide et leur énergie.
- Expliciter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps et sa température.
- Exploiter le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission de lumière est maximale.
- Associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature du milieu concerné.
- Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique et déterminer ses caractéristiques.
- Citer quelques ordres de grandeur de champ magnétique.

Exploration fonctionnelle et radiothérapie

Notions et contenus

Radioactivité.

Isotopes.

Activité. Décroissance radioactive et demi-vie.

Protection contre les risques de la radioactivité.

Capacités exigibles

- Citer les différents types de radioactivité et préciser la nature des particules émises ou des rayonnements émis.
- Définir l'isotopie et reconnaître des isotopes.
- Positionner le rayonnement gamma dans le spectre des ondes électromagnétiques.
- Interpréter les échanges d'énergie entre rayonnement et matière à l'aide du modèle corpusculaire.
- Exploiter une courbe de décroissance radioactive et le temps de demi-vie d'une espèce radioactive.
- Citer l'unité de mesure de la dose d'énergie absorbée.
- Citer les risques liés aux espèces radioactives et exploiter une documentation pour choisir des modalités de protection.

Programme de Sciences physiques et chimiques

Série « Sciences et technologies de la santé et du social »

CLASSE TERMINALE

PÔLE « PHYSIQUE ET SANTÉ »

4 – PRESSION ET CIRCULATION SANGUINE	Niveau			
	1	2	3	4
4.1. Pression				
- Rappels sur la représentation d'une force : caractéristiques (point d'application, direction, sens, valeur) ; modélisation ; mesure, unité				
- Pression :				
- schématisation d'une force pressante ; définition et application de la relation : $p = \frac{F}{S}$				
- unités SI et usuelles, mesures et ordres de grandeur ; pression atmosphérique				
- Applications : - piqûre - pression et plongée (pression partielle, embolie gazeuse, paliers de décompression)				
4.2 Tension artérielle				
- Masse volumique : définition, unités SI et autres unités usuelles				
- Définition et applications de la densité d'un liquide				
- Pression en un point d'un liquide en équilibre				
- Énoncé et applications de la loi fondamentale de la statique des fluides				
- Application à la tension artérielle				
4.3 Écoulement des liquides				
- Définition du débit en volume ; application en régime permanent ; unités ($m^3 \cdot s^{-1}$, $L \cdot min^{-1}$)				
- Proportionnalité du débit et de la différence de pression en régime permanent				
laminaire : $D = \frac{\Delta p}{R}$ (R est la résistance hydraulique du tuyau considéré pour le fluide qui circule ; approche qualitative des facteurs influençant R)				

Précisions : La schématisation d'une force pressante n'est envisagée que dans le cas de forces orthogonales aux surfaces (pressions exercées par des fluides en équilibre).

Le professeur se limite au lien entre densité et masse volumique.

La notion de pression partielle est introduite à propos des échanges gazeux en biochimie pour expliquer la diffusion gazeuse.

Dans la première partie concernant la pression, l'enseignant se limite à une approche qualitative pour les gaz.

L'écoulement des liquides est étudié de façon simplifiée. Les lois de Poiseuille et de Bernoulli ne sont pas au programme.

5 – PHYSIQUE ET AIDE AUX DIAGNOSTICS MÉDICAUX	Niveau			
	1	2	3	4
5.1. Ondes électromagnétiques et corpuscule associé : le photon				
- Échelle des longueurs d'ondes pour les différents domaines : γ , X, UV, visible, IR, micro-ondes, ondes hertziennes				
- Célérité de la lumière dans le vide				
- Le photon : $E = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda$				
- Énergie, fréquence, longueur d'onde				
- Compléments sur les dangers des rayonnements électromagnétiques				
5.2 Médecine nucléaire				
- Noyau atomique				
- Radioactivité α , radioactivité β (β^- , β^+)				
- Déséxcitation : rayonnement γ et énergie du photon associé				
- Lois de conservation (nombre de charge et nombre de nucléons)				
- Définition de l'activité et unité ; période ou demi-vie ; conséquences				
- Effets des désintégrations radioactives, dangers et moyens de protection				
- Définition de la dose absorbée et unité ; définition de l'équivalent de dose et unité				
- Traceurs et scintigraphie, cobaltothérapie				
- Traitement des déchets radioactifs médicaux				
5.3 Champ magnétique				
- Champ magnétique uniforme créé par un aimant en U et par un solénoïde parcouru par un courant continu ; vecteur champ magnétique, lignes de champ, spectre magnétique ; unité de champ magnétique				
- Création d'un champ magnétique intense : électro-aimant supraconducteur				
- Application : IRM				

Précisions : Les définitions de la dose absorbée et de l'équivalent de dose ainsi que des unités correspondantes ne sont pas à mémoriser.

Le champ magnétique est étudié qualitativement de façon expérimentale. L'élève n'a pas à mémoriser l'expression du champ dans un solénoïde. L'influence du sens du courant sur le sens du vecteur champ est hors programme ainsi que les noms des faces d'une spire. Le champ magnétique terrestre est hors programme.

Certaines activités sont en relation avec l'éducation à l'environnement pour un développement durable.

6 – ÉNERGIE CINÉTIQUE ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE	Niveau			
	1	2	3	4
6.1. Travail d'une force				
- Travail d'une force vectoriellement constante au cours d'un déplacement rectiligne entre deux points				
- Cas particulier : travail du poids d'un corps pour un déplacement quelconque				
- Unité de travail				
6.2. Définition de l'énergie cinétique d'un solide en translation ; unité ; théorème de l'énergie cinétique				
6.3. Applications				
- Chute libre				
- Sécurité routière (distance de freinage, distance d'arrêt) ; influence des facteurs (route mouillée, alcoolémie, drogues et médicaments, téléphone portable...)				

Précisions : Le professeur se limite à des cas simples de calculs de travaux. Pour le poids, il généralise à un déplacement quelconque sans démonstration. Il se limite à $W = (+/-) m \cdot g \cdot h$ avec h donné.

Le produit scalaire et le travail élémentaire ne sont pas au programme.

L'élève doit savoir appliquer la relation $W = F \cdot l \cdot \cos \alpha$ pour $\alpha = 0^\circ$, 90° et 180° .

PÔLE « CHIMIE ET SANTÉ »

8 – DES MOLÉCULES DE LA SANTÉ	Niveau			
	1	2	3	4
8.1. L'aspartame				
- Groupes caractéristiques présents dans cette molécule : acide carboxylique, amine primaire, amide, ester				
- Dose journalière admissible (DJA)				
8.2 Acides aminés				
- Hydrolyse de l'aspartame				
- Formule générale et exemples d'acides α -aminés ; chiralité ; atome de carbone asymétrique				
- Représentation de Fischer d'un acide α -aminé. Configurations D et L d'un acide α -aminé				
- Réalisation de modèles moléculaires				
8.3 Liaison peptidique				
- Liaison peptidique ; cas particulier du groupe caractéristique amide : formule semi-développée ; planéité				
- Synthèse peptidique :				
- principe de la synthèse des dipeptides, équation				
- hydrolyse d'un dipeptide, équation				
- généralisation à la synthèse d'un polypeptide				
8.4 Les esters				
- Groupe caractéristique ester ; exemples d'esters et nomenclature ; formule semi-développée				
- Réactions d'estérification et d'hydrolyse d'un ester				
- Équilibre estérification - hydrolyse (propriétés, équilibre dynamique)				
- Cas particulier : les triglycérides				
- Formule semi-développée du glycérol et nomenclature systématique				
- Acides gras saturés et insaturés				
- Estérification du glycérol par les acides gras et hydrolyse d'un triglycéride				
- Propriétés chimiques des triglycérides en lien avec la santé : dégradation à la chaleur, oxydation à l'air, hydrogénation (graisses saturées et poly-insaturées)				
- Exemple de polyesters : biomatériaux, polymérisation de l'acide lactique par polycondensation				

Précisions : La connaissance des formules de l'aspartame et de l'acide lactique ne sont pas exigibles des élèves. Par hydrolyse en milieu acide, l'aspartame donne deux acides aminés : l'acide aspartique (acide 2-aminobutanedioïque) et la phénylalanine (acide 3-phényl-2-aminopropanoïque) ainsi que du méthanol. La formule générale d'un acide α -aminé sera représentée par $H_2N-CHR-CO_2H$. On note la présence de deux groupes caractéristiques importants de la chimie organique : le groupe $-CO_2H$, appelé groupe carboxyle et le groupe amine primaire $-NH_2$.

On note aussi la présence d'un atome de carbone asymétrique sauf pour la glycine. L'étude des amines n'est pas au programme. Le professeur signale à propos des réactions d'hydrolyse de la liaison peptidique l'existence de cette famille de composés. On présentera le tableau des vingt principaux acides α -aminés constitutifs des protéines. Les élèves ne sont pas tenus de mémoriser le nom ainsi que la formule d'acides aminés particuliers ni de savoir appliquer les règles de nomenclature de l'UICPA.

L'enseignant n'oubliera pas les conséquences sur la santé d'une consommation excessive d'aspartame et de graisses saturées. Les formules des acides α -aminés peuvent présenter d'autres groupes caractéristiques ; l'enseignant signale succinctement que ces groupes se retrouvent dans les chaînes latérales des protéines et leur donnent des propriétés spécifiques.

En ce qui concerne la chiralité des acides α -aminés, on donne la représentation de Fischer et la nomenclature D et L ; on fait remarquer que chez les mammifères n'existent que les acides α -aminés correspondant à la série L. La nomenclature R ou S n'est pas au programme.

Pour la nomenclature des esters, le professeur se limitera aux esters linéaires issus d'acides carboxyliques et d'alcools comportant au maximum trois atomes de carbone.

Le professeur se limite à une étude succincte de l'équilibre d'estérification - hydrolyse sans étudier l'influence des différents paramètres sur la vitesse (hors programme) et sur la limite atteinte à l'équilibre.

Les phospholipides peuvent être évoqués en lien avec la biochimie.

Les différentes réactions rencontrées en chimie organique peuvent mettre en œuvre des compétences relatives aux quantités de matière.

10 – ACIDES ET BASES DANS LES MILIEUX BIOLOGIQUES	Niveau			
	1	2	3	4
10.1 Acides faibles et bases faibles en solution aqueuse				
- Constante d'acidité ; pKa ; domaine de prédominance				
- Exemples d'acides faibles et de bases faibles ($\text{RCO}_2\text{H}/\text{RCO}_2^-$, $\text{H}_4\text{N}^+/\text{NH}_3$)				
- Applications en biologie : acide pyruvique, acide urique				
- Réaction acido-basique par transfert de proton ; constante d'acidité ; équivalence acido-basique ; courbes de dosage pH-métrique (tracé ; équation de la réaction ; points caractéristiques dans les cas : acide fort – base forte, acide faible – base forte et base faible – acide fort)				
- Solution tampon : notion, propriétés et applications				
10.2 Saponification				
- Réaction de saponification ; notion de rendement ; réaction totale				
- Formule générale d'un savon ; mode d'action : pôles hydrophile et hydrophobe				
- Applications : micelles, liposomes				

Précisions : Il est souhaitable d'illustrer cette partie par des exemples de la vie quotidienne et du monde médical, notamment avec le vinaigre, le lait, l'eau de Javel, le dioxyde de carbone, les acides gras, l'acide pyruvique (provient de la glycolyse : dégradation du glucose), l'acide urique (résulte surtout de la synthèse et de la dégradation des acides nucléiques organiques). Les milieux biologiques envisagés sont des solutions aqueuses.

On peut parler à cette occasion des propriétés de causticité de la soude pour la peau et les muqueuses. La présence de soude dégrade par saponification les lipides constituant les membranes cellulaires.

Les solutions tampon sont introduites qualitativement à partir des courbes de dosage ; les propriétés sont introduites expérimentalement ; le pouvoir tampon est hors programme.

Pour la saponification, le professeur se limite à l'action de la soude sans développement excessif.

12 – SOLUTIONS AQUEUSES D'ANTISEPTIQUES	Niveau			
	1	2	3	4
12.1 Oxydoréduction en chimie organique				
- Oxydation ménagée des alcools :				
- groupes caractéristiques des différentes classes d'alcool, d'un aldéhyde et d'une cétone ; tests des dérivés carbonylés				
- produits résultant de l'oxydation ménagée des différentes classes d'alcool et d'un aldéhyde				
- équation d'une réaction d'oxydation d'un alcool, les demi-équations correspondantes étant données				
- Application aux sucres réducteurs (glucose, lactose...)				
12.2 Dosages d'oxydoréduction				
- Dosage d'une solution aqueuse de diiode (solution pharmaceutique d'antiseptique) par le thiosulfate de sodium en solution aqueuse ; équation d'oxydoréduction ; relation à l'équivalence				
- Dosage d'une eau oxygénée par manganimétrie ; équation d'oxydoréduction ; relation à l'équivalence ; titre d'une solution d'eau oxygénée ; relation entre le titre en volume, sa concentration molaire en peroxyde d'hydrogène (lien avec l'étiquette)				
- Connaissance du matériel nécessaire pour réaliser un dosage				

Précisions : On étudie l'oxydation ménagée des alcools et la différence entre l'oxydation ménagée d'un aldéhyde et d'une cétone compte tenu des applications en biochimie ; on se limite à l'utilisation de la 2,4-DNPH et au réactif de Fehling. Le professeur traite notamment l'oxydation de l'acide lactique en acide pyruvique.

Le professeur ne distingue pas la présence d'un défaut ou d'un excès d'oxydant.

Dans le test au réactif de Fehling, l'élève doit savoir que les ions cuivre (II) complexés (par les ions tartrate) sont réduits à chaud en oxyde de cuivre (I) rougeâtre tandis que l'aldéhyde est oxydé en ion carboxylate correspondant (car le milieu est basique) ; les élèves doivent être responsabilisés au respect des règles de sécurité. Les demi-équations et l'équation de la réaction ne sont pas exigibles. L'équivalence est définie par le changement de réactif limitant ou lorsque les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométriques.

En raisonnant à partir de l'équation de la réaction, l'élève doit savoir établir la relation à l'équivalence.

D'autres exemples d'antiseptiques peuvent être donnés.

D'autres dosages d'oxydoréduction peuvent éventuellement être présentés.

Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de physique-chimie

Classe terminale de la série scientifique

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 Brillet 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 XXI^{ème} 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
Rayonnements dans l'Univers 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.
Les ondes dans la matière 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.
Détecteurs d'ondes (mécaniques et électromagnétiques) et de particules (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>Caractéristiques des ondes 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>Propriétés des ondes 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 $\theta = \lambda/a$. 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>Spectres UV-visible 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>Spectres IR 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>Spectres RMN du proton 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>Temps, cinématique et dynamique newtoniennes 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, $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ 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 \vec{p} 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>Mesure du temps et oscillateur, amortissement</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"> - les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique ; - son amortissement. <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>Temps et relativité restreinte</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>Temps et évolution chimique : cinétique et catalyse</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>Représentation spatiale des molécules Chiralité : définition, approche historique.</p> <p>Représentation de Cram.</p> <p>Carbone asymétrique. Chiralité des acides α-aminés.</p> <p>Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérie (Z/E, 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 stéréoisomérie.</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 stéréoisomérie dans la nature.</p>
<p>Transformation en chimie organique</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>Réaction chimique par échange de proton Le pH : définition, mesure.</p> <p>Théorie de Brønsted : acides faibles, bases faibles ; notion d'équilibre ; couple acide-base ; constante d'acidité K_a. Échelle des pK_a dans l'eau, produit ionique de l'eau ; domaines de prédominance (cas des acides carboxyliques, des amines, des acides α-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 \rightarrow, \leftarrow et \rightleftharpoons 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 pK_a 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>Du macroscopique au microscopique</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>Transferts d'énergie entre systèmes macroscopiques 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>Transferts quantiques d'énergie 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>Dualité onde-particule 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 $p = h/\lambda$. 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>Enjeux énergétiques 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>Apport de la chimie au respect de l'environnement 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>Contrôle de la qualité par dosage 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>Stratégie de la synthèse organique Protocole de synthèse organique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des réactifs, du solvant, du catalyseur, des produits ; - détermination des quantités des espèces mises en jeu, du réactif limitant ; - choix des paramètres expérimentaux : température, solvant, durée de la réaction, pH ; - choix du montage, de la technique de purification, de l'analyse du produit ; - calcul d'un rendement ; - aspects liés à la sécurité ; - coûts. 	<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>Sélectivité en chimie organique Composé polyfonctionnel : réactif chimiosélectif, protection de fonctions.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur l'utilisation de réactifs chimiosélectifs, - sur la protection d'une fonction dans le cas de la synthèse peptidique, <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>Chaîne de transmission d'informations</p>	<p>Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d'informations et leur évolution récente.</p>
<p>Images numériques Caractéristiques d'une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris.</p>	<p>Associer un tableau de nombres à une image numérique. <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>Signal analogique et signal numérique 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>Procédés physiques de transmission 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>Stockage optique 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

Domaines d'étude	Mots-clés
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

Domaines d'étude	Mots-clés
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

Domaines d'étude	Mots-clés
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.

classe de 1ère des séries STI2D et STL

Notions et contenus	Capacités exigibles
Gestion de l'énergie dans l'habitat	
Énergie ; puissance. Conservation de l'énergie.	<ul style="list-style-type: none"> - Citer différentes formes d'énergie présentes dans l'habitat. - Exprimer la relation puissance-énergie. - Donner des ordres de grandeur des puissances mises en jeu dans l'habitat.
Énergie interne ; température. Capacité thermique massique.	<ul style="list-style-type: none"> - Mesurer des températures. - Citer les deux échelles principales de températures et les unités correspondantes. - Associer la température à l'agitation interne des constituants microscopiques. - Associer l'échauffement d'un système à l'énergie reçue, stockée sous forme d'énergie interne. - Exprimer la variation d'énergie interne d'un solide ou d'un liquide lors d'une variation de température. - Définir la capacité thermique massique.
Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Flux thermique, résistance thermique. Caractéristiques thermiques des matériaux.	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes dans des cas concrets ainsi que 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. - Expliciter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps et sa température. - Citer le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission de lumière est maximale. - Mesurer l'énergie échangée par transfert thermique.
Énergie et puissance électriques : tension, intensité. Propriétés électriques des matériaux Dipôles passifs et dipôles actifs. Effet joule. Énergie stockée dans un condensateur, dans une bobine.	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser un circuit électrique d'après un schéma donné. - Effectuer expérimentalement un bilan énergétique dans un circuit électrique simple. - Analyser les échanges d'énergie dans un circuit électrique. - Mesurer une tension électrique, une intensité électrique dans un circuit en régime continu ainsi que dans un circuit en régime sinusoïdal. - Visualiser une représentation temporelle de ces grandeurs et en analyser les caractéristiques. - Utiliser les conventions d'orientation permettant d'algébriser tensions et intensités. - Mesurer et calculer la puissance et l'énergie électriques reçues par un récepteur. - Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles.
Transport et distribution de l'énergie électrique. Protection contre les risques du courant électrique.	<ul style="list-style-type: none"> - Citer les caractéristiques essentielles du réseau de distribution électrique européen ; représenter le schéma simplifié de l'organisation du transport et de la distribution de l'énergie électrique. - Citer le rôle d'un transformateur de tension. - Citer les principaux effets physiologiques du courant électrique. - Citer des dispositifs de protection contre les risques du courant électrique et l'ordre de grandeur du seuil de dangerosité des tensions.

Énergie chimique : Transformation chimique d'un système et effets thermiques associés. Combustions ; combustibles ; comburants. Avancement et bilan de matière Pouvoir calorifique d'un combustible. Protection contre les risques des combustions.	<ul style="list-style-type: none">- Comparer les pouvoirs calorifiques des différents combustibles au service de l'habitat.- Écrire l'équation chimique de la réaction de combustion d'un hydrocarbure ou d'un biocarburant et effectuer un bilan de matière.- Montrer expérimentalement que, lors d'une combustion, le système transfère de l'énergie au milieu extérieur sous forme thermique et estimer la valeur de cette énergie libérée.- Associer à une transformation exothermique une diminution de l'énergie du système chimique.- Citer les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection.
Chaînes énergétiques. Rendement.	<ul style="list-style-type: none">- Schématiser simplement les transferts ou les transformations d'énergie mises en jeu au sein d'un habitat.- Réaliser un bilan énergétique.
L'éclairage	
Sources lumineuses. Flux lumineux ; longueur d'onde, couleur et spectre.	<ul style="list-style-type: none">- Utiliser un capteur de lumière pour mesurer un flux lumineux- Positionner sur une échelle de longueurs d'ondes les spectres de différentes lumières : visible, infrarouge et ultraviolette.- Relier les unités photométriques à la sensibilité de l'œil humain.- Exploiter les caractéristiques d'une source d'éclairage artificiel : efficacité énergétique, classe d'efficacité énergétique ; température de couleur, indice de rendu des couleurs (IRC).
Confort acoustique	
Ondes sonores et ultrasonores ; propagation.	<ul style="list-style-type: none">- Définir et mesurer quelques grandeurs physiques associées à une onde sonore ou ultrasonore : pression acoustique, amplitude, période, fréquence, célérité, longueur d'onde.- Énoncer qu'un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'une onde sonore.- Donner l'ordre de grandeur de la célérité du son dans quelques milieux : air, liquide, solide.
Puissance et intensité sonore ; niveau ; Transmission, absorption, réflexion.	<ul style="list-style-type: none">- Citer les deux grandeurs influençant la perception sensorielle : l'intensité et la fréquence d'un son.- Citer les seuils de perception de l'oreille humaine.- Définir et mesurer le niveau sonore. Citer l'unité correspondante : le décibel (dB).- Mettre en évidence expérimentalement les phénomènes de réflexion, de transmission ou d'absorption d'un son ou d'un ultrason pour différents matériaux.

Vêtement et revêtement

Notions et contenus	Capacités exigibles
Matériaux polymères	
Matériaux naturels, artificiels. Squelettes carbonés et groupes caractéristiques.	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguer les matériaux naturels des matériaux artificiels. - Reconnaître les groupes caractéristiques des fonctions alcool, acide, amine, ester, amide.
Liaisons covalentes simple et double, formule de Lewis. Interactions intermoléculaires, structure des polymères et propriétés mécaniques et thermiques. Réactions de polymérisation : du monomère au polymère. Masse molaire moléculaire, degré de polymérisation, Polymères utilisés dans les vêtements et revêtements : production, utilisation, recyclage.	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire à l'aide des règles du duet et de l'octet les liaisons que peut établir un atome (C, N, O, H, Cl, F et S). - Distinguer les liaisons covalentes des interactions intermoléculaires, utiliser ces notions pour justifier de propriétés spécifiques. - Relier les propriétés mécaniques et thermiques d'un matériau polymère à sa structure microscopique. - Associer un modèle moléculaire et une formule développée. - Retrouver les monomères à partir de la formule d'un polymère. - Écrire l'équation d'une réaction de polymérisation. - Distinguer la polymérisation par addition de la polymérisation par condensation. - Réaliser la synthèse d'un polymère synthétique ou d'un polymère à partir de substances naturelles. - Rechercher, extraire et exploiter des informations relatives à la production industrielle, l'utilisation et l'éventuel recyclage de quelques polymères usuels, utilisés comme vêtement ou revêtement.
Analyser des risques : cette partie sera toujours contextualisée sur les notions et contenus abordés	
Règlement CLP européen, produits inflammables, point éclair, toxicité des composés, VME, VLE, dose létale.	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnaître les pictogrammes, les classes de danger, et les conseils de prudence et de prévention. - Adapter son attitude aux pictogrammes et aux étiquettes des espèces chimiques.
Propriétés des matériaux	
Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Flux thermique. Conductivité thermique des matériaux. Résistance thermique.	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire qualitativement les trois modes de transferts thermiques en citant des exemples. - Classer des matériaux selon leurs propriétés isolantes, leur conductivité thermique étant donnée. - Définir la résistance thermique. - Déterminer la résistance thermique globale d'une paroi d'un système constitué de différents matériaux.

Transport

Notions et contenus	Capacités exigibles
Mise en mouvement	
Référentiels, trajectoires, vitesse, vitesse angulaire, accélération.	<ul style="list-style-type: none"> - Mesurer des vitesses et des accélérations. - Écrire et appliquer la relation entre distance parcourue et vitesse dans un mouvement de translation à vitesse ou à accélération constante. - Citer des ordres de grandeurs de vitesses et d'accélérations. - Écrire et appliquer la relation entre vitesse et vitesse angulaire. - Écrire et appliquer la relation donnant l'angle balayé dans un mouvement de rotation à vitesse angulaire constante.
Énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation. Énergie cinétique d'un solide en mouvement de rotation ; moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe. Énergie potentielle de pesanteur. Énergie potentielle élastique. Énergie mécanique.	<ul style="list-style-type: none"> - Écrire et exploiter les relations de définition de l'énergie cinétique d'un solide en translation ou en rotation. - Prévoir les effets d'une modification de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation ou de rotation. - Analyser des variations de vitesse en termes d'échanges entre énergie cinétique et énergie potentielle. - Exprimer et utiliser l'énergie mécanique d'un solide en mouvement. - Analyser un mouvement en termes de conservation et de non-conservation de l'énergie mécanique et en terme de puissance moyenne.

Santé

Notions et contenus	Capacités exigibles
Quelques outils du diagnostic médical	
Ondes mécaniques : ondes progressives.	<ul style="list-style-type: none"> - Associer la propagation d'une onde à un transfert d'énergie sans déplacement de matière. - Distinguer une onde longitudinale d'une onde transversale. - Définir quelques grandeurs physiques associées à une onde mécanique : célérité, amplitude, période, fréquence, longueur d'onde.
Onde ultra sonore - Transducteur ultrasonore. Réflexion - Transmission	<ul style="list-style-type: none"> - Mesurer la célérité d'une onde sonore ou ultrasonore. - Déterminer expérimentalement des distances à partir de la propagation d'un signal. - Associer les énergies transmises et réfléchies à la nature des différents milieux.
Ondes électromagnétiques ; rayonnements gamma, X, UV, visible, IR.	<ul style="list-style-type: none"> - Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence, leur longueur d'onde dans le vide et leur énergie.
Absorption et transmission des ondes électromagnétiques.	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser qualitativement l'influence d'un milieu sur la transmission d'une onde électromagnétique.
Prévention et soin	
Le rayonnement laser. Protection contre les risques du rayonnement laser.	<ul style="list-style-type: none"> - Extraire d'une documentation les principales caractéristiques d'un laser et les différents types de soins effectués à l'aide des lasers. - Mettre en évidence expérimentalement les propriétés d'un faisceau laser en respectant les consignes de sécurité.
Antiseptiques et désinfectants.	<ul style="list-style-type: none"> - Citer les principaux antiseptiques et désinfectants usuels et montrer expérimentalement le caractère oxydant d'un antiseptique.

Réactions d'oxydo-réduction et transferts d'électrons	<ul style="list-style-type: none">- Définir les termes suivant : oxydant, réducteur, oxydation, réduction, couple oxydant/réducteur.- Écrire une réaction d'oxydoréduction, les couples oxydant/réducteur étant donnés.
Concentrations massique et molaire.	<ul style="list-style-type: none">- Préparer une solution d'antiseptique de concentration molaire donnée par dissolution ou dilution.- Doser par comparaison une solution d'antiseptique.
Ondes sonores ; propagation.	<ul style="list-style-type: none">- Définir et mesurer quelques grandeurs physiques associées à une onde sonore : pression acoustique, amplitude, période, fréquence, célérité, longueur d'onde.- Énoncer qu'un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'une onde sonore.- Donner l'ordre de grandeur de la célérité du son dans quelques milieux : air, liquide, solide.
Puissance et intensité sonore ; niveau ; Transmission, absorption, réflexion.	<ul style="list-style-type: none">- Citer les deux grandeurs influençant la perception sensorielle : l'intensité et la fréquence d'un son.- Citer les seuils de perception auditive de l'oreille humaine.- Définir et mesurer les niveaux sonores. Citer l'unité correspondante : le décibel (dB).- Mettre en évidence expérimentalement les phénomènes de réflexion, de transmission ou d'absorption d'un son pour différents matériaux.

classe de 1ère des séries ST2S

PROGRAMME DE SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

CLASSE DE PREMIÈRE

Introduction

Ce programme offre aux élèves, en général motivés, des éléments essentiels de culture scientifique, en liaison avec la biologie et le domaine médical, ainsi que quelques apprentissages méthodologiques généraux. Son contenu doit leur permettre la poursuite d'études supérieures à tous niveaux et la préparation des concours spécifiques des secteurs sanitaire et social. Il contribue ainsi, pour tous les élèves, à une meilleure compréhension de leur futur environnement professionnel.

Par son niveau d'exigence et par le volume de ses connaissances et de ses savoir-faire, ce programme développe l'apprentissage d'une démarche scientifique rigoureuse et d'une analyse critique

argumentée. Le professeur aborde le programme par des entrées liées à la vie courante en relation étroite avec des applications concrètes, notamment dans le monde médical.

Il s'appuie sur les acquis et sur les représentations préalables des élèves ; chaque fois que possible, il part de l'analyse d'une situation-problème. Il diversifie ses pratiques d'évaluation (formative, sommative, théorique, expérimentale, de documentation) et s'assure de la régularité du travail personnel de l'élève.

Les séances de travaux pratiques sont articulées avec les cours pour permettre la maîtrise de savoir-faire fondamentaux et faciliter la compréhension des élèves.

Afin de tenir compte du temps réservé aux activités pluridisciplinaires, le programme de sciences physiques et chimiques est établi sur la base de 29 semaines.

PÔLE "PHYSIQUE ET SANTÉ"

1 - LA VISION	Niveau			
	1	2	3	4
1.1 L'œil : système optique				
1.2 Les lentilles minces				
Lentilles minces convergentes et divergentes :				
- effet sur un faisceau ; - centre optique, foyers ;				
- distance focale et vergence, unités ; - rayons particuliers.				
Lentilles minces convergentes :				
- Construction de l'image d'un objet donné par une lentille convergente à l'aide de rayons particuliers ;				
- Mesure de la distance focale d'une lentille convergente ;				
- Grandissement : définition.				
1.3 L'œil réduit ; certains défauts et leurs corrections				
Vision d'un œil normal				
Définitions du punctum proximum (PP) et du punctum remotum (PR) ; positions pour un œil normal (ou emmétrope)				
Rôles du cristallin, de la cornée et de l'humeur vitrée ; phénomène d'accommodation				
Conditions de la vision d'un objet (pénétration de lumière dans l'œil, distance de l'objet)				
Principaux défauts de l'œil : astigmatisme, myopie, hypermétropie, presbytie				
Rôle des verres correcteurs, des lentilles cornéennes (lentilles accolées)				
1.4 Réflexion totale ; fibroscopie				
Rappels succincts sur la réfraction de la lumière				
Réflexion totale				
Application aux fibres optiques et à la fibroscopie				

Précisions :

La mesure expérimentale de la distance focale d'une lentille mince convergente s'effectue uniquement dans le cas d'une source à l'infini. Le professeur ne fera pas de travaux pratiques de focométrie et ne traitera pas le cas d'objet virtuel. La notion d'image virtuelle est hors programme.

En ce qui concerne les constructions, on se limite au tracé des rayons particuliers sans représentation de faisceau.

Le choix du verre correcteur de l'œil s'explique par la nécessité de rendre un faisceau plus ou moins convergent.

Pour le grandissement, on se limite à l'exploitation de la construction.

Dans l'approche de l'astigmatisme, le professeur se limite à indiquer que ce défaut est dû à des inégalités de la courbure de la cornée et à des milieux transparents non homogènes. Cette notion n'est pas exigible.

Pour les fibres optiques, on n'aborde pas la technologie.

Les conditions de Gauss ne sont pas au programme.

2 - LES ONDES AU SERVICE DE LA SANTÉ	Niveau			
	1	2	3	4
2.1 Les radiations électromagnétiques visibles				
Domaine des longueurs d'ondes visibles				
Courbe d'absorption				
Laser et applications :				
- propriétés du faisceau laser : monochromaticité, directivité, densité d'énergie ;				
- utilisations en chirurgie, ophtalmologie, oncologie, dermatologie, cardiologie.				
Luminothérapie				
2.2 IR, UV, rayons X				
Domaines des radiations électromagnétiques				
Sources et nature des rayonnements IR, UV, X et classement dans l'ensemble des radiations électromagnétiques (en longueur d'onde)				
Applications des rayonnements IR, UV et X :				
- IR : thermomètre médical ;				
- UV : dangers comparés des UVA, UVB, UVC, dangers des lampes UV ; crèmes solaires ; protection de l'œil (lunettes de soleil) ; désinfection ; résine dentaire ;				
- X : radiothérapie, radioprotection, radiographie et tomodensitométrie (ou scanner).				
Importance de la couche d'ozone				
Facteurs d'absorption des rayons X				
2.3 Sons et ultrasons				
Nature et propriétés des sons et des ultrasons : absorption et réflexion				
L'oreille : récepteur acoustique, nuisances sonores et protection de l'audition				
Applications médicales : principe de l'échographie (influence qualitative de différents facteurs : fréquence, nature, épaisseur et profondeur du milieu, puissance de la source)				
2.4 Analogies et différences entre radiographie, scanner, échographie				

Précisions :

Le professeur signale qu'il existe deux types d'imagerie médicale, la tomodensitométrie (ou scannographie) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM), mais que cette dernière ne sera vue qu'en classe terminale.

Le professeur réinvestit avec profit les notions de longueurs d'onde, de radiations et de spectres vues en classe de seconde.

Il est conseillé de réaliser, sous forme de travaux pratiques, quelques expériences relatives aux ultrasons.

On n'entre pas dans le principe de fonctionnement de l'oscilloscope utilisé pour cette étude.

En ce qui concerne l'oreille, on en donne une description et un fonctionnement succincts, on précise les fréquences audibles, la sensibilité et le niveau d'intensité acoustique. L'introduction du décibel se fait sans utiliser la notion de logarithme.

3 - APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ	Niveau			
	1	2	3	4
3.1 Sécurité des personnes et des appareils				
Tension alternative sinusoïdale : - visualisation à l'oscilloscope ; - mesure au multimètre ; - valeurs efficace et maximale, période, fréquence ;				
- exploitation de mesures au multimètre et d'oscillogrammes : tensions efficace et maximale, période d'une tension alternative sinusoïdale ; calcul de fréquences.				
Notion sommaire sur les classes des appareils				
Prise de courant : notions de phase, de neutre et de mise à la terre				
Électrisation et électrocution ; approche qualitative sur la sécurité dans une installation domestique				
3.2 Électricité au service de la médecine				
Tension et applications : électrocardiogramme, électroencéphalogramme, électrochoc				
Porteurs de charges et application : électrophorèse				
3.3 Puissance et énergie électriques				
Rappels sur la relation entre puissance et énergie ; unités (W, J, kWh)				
Puissance électrique consommée par des appareils domestiques et médicaux				

Précisions :

Pour l'étude de l'électricité au service de la médecine, il ne s'agit pas d'étudier les appareils ni la physiopathologie humaine correspondante mais d'assurer le lien indispensable avec quelques applications importantes du domaine médical sous forme notamment d'activités documentaires.

De même, des notices techniques d'appareils et leurs plaques signalétiques ainsi qu'une facture EDF peuvent être proposées aux élèves pour extraire des informations pertinentes, les analyser et les exploiter.

En ce qui concerne la sécurité dans le domaine électrique, il y a lieu d'insister sur le rôle du fil de masse, sur la classe des appareils et leur maintenance (vétusté ou usure des fils d'alimentation par exemple) en incitant les élèves à un respect absolu des règles.

L'utilisation de l'oscilloscope permet de visualiser les tensions alternatives délivrées par un générateur BF.

PÔLE "CHIMIE ET SANTÉ"

7 - LES MOLÉCULES ORGANIQUES DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ	Niveau			
	1	2	3	4
7.1 Le lait et ses constituants				
Principaux constituants du lait : eau, glucides, lipides, protéines, vitamines, ions minéraux				
Réalisation de tests de reconnaissance de quelques espèces présentes dans le lait				
7.2 Étude de quelques groupes caractéristiques en chimie organique				
Rappels sur la structure électronique des atomes C, H, O, N ; règles du duet et de l'octet pour C, H, O et N Introduction aux chaînes carbonées avec les alcanes : structure succincte et nomenclature				
Groupes caractéristiques : alcools (primaire, secondaire, tertiaire) ; dérivés carbonylés (aldéhyde, cétone) ; acides carboxyliques ; amines primaires				
7.3 Quelques notions sur les glucides				
Classement succinct des glucides				
Reconnaissance des groupes caractéristiques dans les modèles moléculaires de quelques glucides simples				
Transformations enzymatique et en milieu acide du lactose ; reconnaissance des fonctions alcool primaire, secondaire et aldéhyde dans la formule d'un sucre réducteur (glucose ou galactose)				
Solubilité dans l'eau des glucides : concentrations molaire et massique en espèce apportée, solution saturée				
Liaisons polarisées et polarité de la molécule d'eau ; notion sur la liaison hydrogène				
Différenciation expérimentale des aldéhydes et des cétones				
Aspect énergétique des transformations chimiques : - intérêt énergétique des sucres ; - réactions de dégradation de composés organiques.				

Précisions :

Le lait et ses constituants

Il s'agit d'une présentation générale, sans exhaustivité, des constituants du lait en lien avec les acquis du collège et de la classe de seconde sur les atomes, les ions et les molécules.

Étude de quelques groupes caractéristiques (ou fonctionnels) en chimie organique

À partir des molécules rencontrées dans le lait, il s'agit de présenter les principaux groupes caractéristiques intervenant dans la structure de certaines espèces (lactose, acide lactique) sans étudier leurs propriétés chimiques. Conformément aux recommandations de l'UICPA, les noms usuels des composés seront utilisés parallèlement aux noms officiels. Il est possible de s'appuyer sur les résultats d'une analyse médicale. On ne manque pas de signaler des exemples tels que le glycérol, le glucose, les acides aminés. La mémorisation de ces formules n'est pas exigible.

L'étude des groupes caractéristiques sera précédée d'une présentation des chaînes carbonées en s'appuyant sur l'exemple des alcanes et des espèces chimiques contenues dans le lait : on abordera succinctement leur structure et on s'attachera à présenter leur nomenclature dont l'importance en chimie organique est primordiale. On utilise des modèles moléculaires et/ou des logiciels de visualisation.

On se limite aux composés à six atomes de carbone au maximum dans des cas simples.

Le professeur réinvestit les acquis de seconde sur masse molaire, quantité de matière, concentrations molaire et massique, préparations d'une solution par dilution d'une solution mère et par dissolution d'un solide, sans oublier d'assurer le lien avec les résultats d'analyses médicales (glucose et diabète...). Il utilise le tableau d'avancement s'il le juge nécessaire.

Le caractère énergétique des transformations chimiques est à aborder qualitativement en lien avec la biochimie.

Seul le réactif de Fehling est utilisé pour caractériser les aldéhydes. Le professeur n'écrit pas l'équation chimique correspondante.

9 - INTRODUCTION AUX ACIDES ET AUX BASES	Niveau			
	1	2	3	4
9.1 Définitions				
Définition et notation d'une concentration (C en espèce apportée et [X] pour X en solution aqueuse)				
$[H_3O^+] = 10^{-pH}$				
Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre				
Produit ionique de l'eau à 25° C				
Solutions acide, basique, neutre				
Notions d'acides et de bases, forts et faibles				
9.2 Présentation des acides et des bases				
Théorie de Brønsted : acide, base et couple acido-basique				
Exemples de couples (couples de l'eau, de l'ion hydrogénocarbonate, de l'acide lactique, de l'acide phosphorique)				
Réalisation de solutions acides et basiques de concentrations connues à partir d'une solution mère et mesures de pH				
Influence qualitative de la dilution sur le pH				

Précisions :

Pour caractériser un acide (ou une base) fort ou faible, on mesure le pH de solutions aqueuses de concentrations connues en espèces apportées et on se limite à comparer à la concentration en ion oxonium (ou hydroxyde) en connaissant $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ et le produit ionique de l'eau.

Pour comparer des acides entre eux (ou des bases entre elles), on utilise des solutions de même concentration à la même température.

On revient sur l'acide lactique qui est un bon exemple pour illustrer les groupes caractéristiques acide carboxylique et alcool ainsi que la notion de solution d'acide faible. L'étude de la chiralité de la molécule d'acide lactique ne sera pas abordée (étude du carbone asymétrique en classe terminale).

Pour l'influence de la dilution sur le pH, la loi de dilution d'Ostwald est hors programme.

On écrit de préférence les demi-équations avec un signe égal.

11 - ANTISEPTIQUES ET DÉSINFECTANTS	Niveau			
	1	2	3	4
11.1 Quelques antiseptiques et désinfectants courants ; leurs usages				
Principes actifs des antiseptiques et désinfectants usuels : ClO^- , H_2O_2 , I_2 , MnO_4^-				
Usages des antiseptiques et désinfectants courants et précautions pour leur conservation et leur utilisation (eau de Javel, eau oxygénée, eau et alcool iodés, solution aqueuse de permanganate de potassium) ; toxicité				
11.2 Oxydo-réduction en solution aqueuse				
Introduction expérimentale du modèle par transfert d'électrons Exemples de réactions entre un métal et un ion métallique (couples Ag^+/Ag , Cu^{2+}/Cu , Fe^{2+}/Fe et Zn^{2+}/Zn) Réactivité du zinc, du fer et du cuivre avec une solution diluée d'acide chlorhydrique. Mise en évidence des produits de la réaction : dihydrogène et ions métalliques Définition des termes : oxydant et réducteur, oxydation et réduction Première notion de couple redox				
Écrire la demi-équation des couples M^{n+}/M et H^+/H_2				
11.3 Action oxydante d'antiseptiques et de désinfectants usuels				
Équations d'oxydo-réduction mettant en jeu les antiseptiques et désinfectants usuels, les demi-équations étant données (I_2/I^- , $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$, ClO^-/Cl^- pour les expériences avec Fe^{2+} et avec I^-)				
Applications et sécurité : - eau de Javel en présence de solutions acides (couples ClO^-/Cl_2 et Cl_2/Cl^-) ; - eau oxygénée concentrée.				
11.4 Notion succincte de cinétique réactionnelle				
Facteurs qui influencent l'avancement d'une réaction chimique (température, concentration initiale) Définition d'un catalyseur Différents types de catalyse : catalyse homogène, catalyse hétérogène, catalyse enzymatique				

Précisions :

L'objectif est d'asseoir les quelques connaissances d'oxydoréduction nécessaires à la compréhension du mode d'action des antiseptiques et des désinfectants, de maîtriser leur utilisation dans le respect des règles de sécurité et de savoir prendre des précautions lors de leur stockage. On réinvestit la technique de dilution à cette occasion.

On interprète les réactions précédentes en terme de transfert d'électrons. On introduit la notion de demi-équation. On écrit de préférence les demi-équations avec un signe égal et les équations chimiques avec une flèche.

On définit une réaction d'oxydoréduction et le couple oxydant-réducteur à partir des exemples étudiés.

L'élève doit savoir écrire et exploiter les équations d'oxydo-réduction intervenant dans les antiseptiques et désinfectants usuels, les demi-équations étant données.

On n'étudie pas le cas des solutions acides à anions pouvant dans les conditions expérimentales jouer le rôle d'oxydant. On n'oublie pas que les ions sont hydratés en solution aqueuse mais pour simplifier l'écriture des équations, on pourra écrire les ions métalliques sous la forme M^{n+} et le proton hydraté sous la forme simplifiée H^+_{aq} ou H^+ .

Il est nécessaire d'attirer l'attention des élèves sur les problèmes de sécurité. En particulier, il est demandé ne jamais verser d'eau de Javel sur un détartrant contenant de l'acide chlorhydrique.

À propos de l'eau oxygénée, le professeur présente expérimentalement quelques facteurs qui accélèrent les réactions de dismutation : température, concentration initiale, catalyseurs (les ions fer (III) en catalyse homogène, le platine divisé ou en fil en catalyse hétérogène, la catalase en catalyse enzymatique).

On présente un catalyseur comme une espèce chimique qui accélère une réaction thermodynamiquement possible. Toutes les notions de vitesse sont hors programme.

Physique-chimie - cycle terminal de la série STD2A
Du monde de la matière au monde des objets

Notions et contenus	Compétences attendues	Classe
<p>Matière et matériaux Familles de matériaux.</p> <p>Propriétés physiques des matériaux : masse volumique, densité, température de fusion, conductivité électrique et thermique, propriétés magnétiques.</p> <p>Actions mécaniques sur un solide, contraintes : modélisation.</p> <p>Déformations du solide : traction, compression, flexion, torsion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguer par leurs définitions : matière et matériau. - Citer les grandes classes de matériaux en illustrant par des exemples d'utilisation en DAA. - Comparer différents matériaux par des mesures de masse volumique. - Comparer expérimentalement la conduction électrique de différents matériaux ; classer conducteurs et isolants électriques. - Comparer expérimentalement la conduction thermique de barreaux de différents métaux : classer conducteurs et isolants thermiques. - Mesurer la température de fusion d'un corps pur. - Caractériser qualitativement les propriétés magnétiques de quelques matériaux. - Identifier, inventorier, caractériser, modéliser les actions mécaniques s'exerçant sur un objet solide au repos pour des situations simples. - Qualifier grâce à des essais mécaniques simples, quelques propriétés mécaniques de différents matériaux utilisés en DAA. 	1
<p>Matériaux organiques Le pétrole, principaux constituants ; les dérivés du pétrole. Les agro-ressources ; les biomatériaux.</p> <p>Le carbone et les grandes familles d'hydrocarbures.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recueillir et exploiter des informations sur le pétrole et ses dérivés et sur les agro-ressources et les bio-matériaux : matériaux, produits, procédés, usages, recyclage. - Décrire la constitution de l'atome de carbone : structure électronique, tétravalence. Corps purs simples correspondants (formes allotropiques : diamant et graphite). - Citer des alcanes, des alcènes, des composés aromatiques. Écrire leur formule brute et semi-développée et représenter leur structure. - Utiliser un logiciel de modélisation moléculaire pour mettre en évidence la structure spatiale de quelques molécules. 	1

<p>Matériaux composites ; matériaux minéraux ; agro-matériaux et matériaux renouvelables</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Citer le principal constituant du verre minéral et préciser le sens du mot « amorphe ». - Citer des exemples d'ajouts de métaux ou d'oxydes permettant d'obtenir des verres colorés. - Préciser ce qu'on entend par verre électrochrome, verre thermochrome. - Donner la constitution d'un miroir. - Définir un verre organique. Citer une application possible en DAA. - Citer un matériau composite en expliquant sa constitution et en précisant des usages possibles. - Définir une céramique. Citer une application en DAA. - Définir un alliage à mémoire de forme. - Citer des agro-matériaux en présentant des usages possibles en DAA de préférence à des matériaux traditionnels. 	<p>T</p>
---	---	-----------------

Voir des objets colorés, analyser et réaliser des images

Notions et contenus	Compétences attendues	Classe
<p>Sources de lumière artificielle</p> <p>Chaîne de lumière.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Citer les phénomènes physiques mis en œuvre dans les lampes d'éclairage intérieur en illustrant par des exemples. - Établir un schéma fonctionnel simple d'une chaîne de lumière artificielle d'intérieur, électriquement sécurisée. - Mesurer un éclairage lumineux ; citer des ordres de grandeur d'éclairage dans différentes situations courantes. 	<p>1</p>
<p>Lumière et couleurs des objets</p> <p>La lumière : spectre de la lumière blanche, spectres d'émission, spectres d'absorption, longueur d'onde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser un prisme ou un réseau pour décomposer la lumière blanche, pour réaliser et observer des spectres de différentes sources lumineuses. - Distinguer spectres d'émission et spectres d'absorption. - Distinguer les spectres discrets des spectres continus. - Analyser expérimentalement l'effet d'un filtre sur le spectre d'un rayonnement. 	<p>1</p>
<p>Modèle corpusculaire de la lumière : le photon.</p> <p>Luminescences.</p> <p>Les ondes électromagnétiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Préciser les grandeurs physiques associées au photon : fréquence, longueur d'onde ; énergie. - Interpréter les phénomènes de luminescence à partir de l'interaction rayonnement-matière. - Citer les limites en longueur d'onde dans le vide du domaine visible. - Repérer sur une échelle de longueurs d'onde les différents domaines : γ, X, UV, visible, IR, micro-ondes, ondes hertziennes. - Analyser expérimentalement l'effet d'un filtre sur le spectre d'un rayonnement. 	<p>T</p>
<p>Couleur des objets.</p> <p>Synthèse additive.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet de filtres colorés sur une lumière incidente. - Prévoir et Interpréter la couleur observée d'un objet éclairé à partir de la couleur de la lumière incidente et des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission. - Utiliser la notion de couleurs complémentaires. 	<p>1</p>

<p>Couleurs et peintures Les constituants d'une peinture : pigments, colorants, solvants, formulation.</p> <p>Couleur structurelle.</p> <p>Synthèse soustractive.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Expliquer la différence entre pigments et colorants. - Mettre en évidence le rôle du pH, de l'humidité, de la lumière d'exposition sur la couleur d'un pigment ou d'un colorant. - Classer les différents types de peintures en fonction du solvant utilisé. - Expliquer le mécanisme physico-chimique de séchage d'une peinture. - Établir la liste des principaux autres constituants d'une peinture : charges, liants, agents siccatifs, additifs. - Citer les règles d'utilisation raisonnée des solvants de nettoyage des peintures ; citer des produits de substitution. - Illustrer l'utilisation d'un colorant à la teinte d'une fibre textile synthétique. - Interpréter la couleur d'un mélange obtenu à partir de matières colorées. <p>- Distinguer couleur pigmentaire et couleur structurelle.</p> <p>- Mettre en œuvre une synthèse soustractive : mélanges de pigments.</p>	<p>T</p>
<p>La vision Constitution et modélisation de l'œil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire les principaux éléments constitutifs de l'œil. - Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel. - Exploiter un modèle simplifié de l'œil pour expliquer l'accommodation. - Expliquer la condition de perception spatiale : de la vision stéréoscopique à l'image en trois dimensions. - Préciser concrètement les notions de pouvoir séparateur et de persistance rétinienne. - Expliciter le rôle de chacun des deux types de cellules photosensibles de l'œil. 	<p>1</p>
<p>Lentilles minces convergentes : images réelle et virtuelle, foyer, distance focale, vergence.</p> <p>Lentilles minces divergentes.</p> <p>Les défauts de l'œil ; les corrections.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Définir et identifier une lentille convergente. - Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donné par une lentille divergente. - Utiliser les formules de conjugaison et de grandissement.* - Utiliser une modélisation sur banc d'optique et une simulation à l'ordinateur pour étudier un système imageur. <p>* Les formules de conjugaison et de grandissement sont données ; seule leur utilisation raisonnée est exigible.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir et identifier une lentille divergente. - Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille divergente. - Mettre en œuvre une modélisation sur banc d'optique. <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser le modèle de l'œil réduit pour caractériser les défauts : hypermétropie, myopie et presbytie - Expliquer le principe des corrections. 	<p>T</p> <p>T</p>

<p>Images photographiques Photométrie visuelle.</p> <p>L'appareil photographique. Réglages.</p> <p>L'image argentique.</p> <p>L'image numérique.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Donner une définition concrète de trois grandeurs de la photométrie visuelle en s'aidant au besoin d'un schéma figuratif : flux lumineux, éclairement et luminance ; proposer des ordres de grandeurs et préciser les unités.- Décrire le fonctionnement d'un objectif photographique.- Mettre en œuvre une modélisation d'un objectif photographique ; illustrer le principe du télé-objectif et du grand angle.- Distinguer les différents réglages permettant d'obtenir la qualité artistique recherchée : temps de pose, nombres d'ouverture, netteté, profondeur de champ, surexposition, sous exposition, etc. et justifier la conséquence des réglages.- Établir le schéma constitutif d'un appareil photographique à visée « reflex » : construire et caractériser l'image. <ul style="list-style-type: none">- Expliquer le principe de la formation de l'image latente.- Justifier le mode de révélation de l'image en noir et blanc grâce à l'oxydoréduction. <ul style="list-style-type: none">- Expliquer le principe du capteur photosensible d'un appareil photographique numérique (APN).- Distinguer luminosité et contraste d'une image.- Définir le pixel. Exemple de l'appareil photo numérique.- Expliquer le principe du codage en niveaux de gris et en couleurs RVB.- Distinguer définition et résolution d'une image numérique ; illustrer par des exemples.- Réaliser des images à l'aide d'un APN. Commenter leurs caractéristiques et les histogrammes associés.- Recueillir et exploiter des informations pour illustrer le principe de restitution des couleurs par un écran plat (ordinateur, téléphone portable, etc.), par une imprimante.	T
<p>Images de l'invisible Analyses scientifiques d'œuvres d'art : Rayons X, microscopie électronique, stratigraphie, gammagraphie, accélérateurs de particules, chromatographies, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Recueillir et exploiter des documents illustrant et expliquant les principes et les techniques d'examen d'œuvres d'art en vue de leur restauration.	T

Sciences Physiques et
Chimiques en Laboratoire
en classe de
1ère de la série STL

Spécial**Sciences physiques et chimiques en laboratoire en classe de 1ère de la série STL**

NOR : MENE1104109A
arrêté du 8-2-2011 - J.O. du 25-2-2011
MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'Éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du comité interprofessionnel consultatif du 4-2-2011 ; avis du CSE du 9-12-2010

Article 1 - Le programme de l'enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire en classes de première de la série sciences et technologies de laboratoire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2011-2012.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 8 février 2011

Pour le ministre de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et de la Vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe**Sciences physiques et chimiques en laboratoire - classe de première de la série technologique STL, spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire**

Les objectifs de l'enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire sont identiques à ceux affichés dans le préambule du programme de physique chimie de tronc commun des séries STI2D et STL. La pratique d'activités de laboratoire et le projet permettent de mettre l'accent sur les capacités spécifiques aux activités expérimentales.

Cet enseignement doit être étroitement coordonné avec les enseignements de tronc commun, de mesure et instrumentation et de chimie-biochimie-sciences du vivant.

En première, l'enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire comprend trois modules de volume horaire identique :

- un module de physique consacré à **l'image** ;
- un module de chimie portant sur **chimie et développement durable** ;
- un module consacré à **l'ouverture vers le monde de la recherche et de l'industrie** d'une part et à un **projet** d'autre part, les deux pouvant être utilement liés.

1. Module Image

L'avènement d'internet et des technologies numériques a entraîné une extraordinaire explosion de la production, de la diffusion et de la consommation d'images, dans l'espace public comme dans l'espace privé. Dans ce contexte, l'enseignement des sciences physiques et chimiques se doit d'apporter sa contribution au développement d'une culture de l'image allant bien au-delà des seules dimensions artistique et sociale habituelles. L'image est devenue aujourd'hui un « objet » scientifique et technologique complexe qui contribue à la compréhension du monde et favorise le partage de l'expérience intellectuelle, fondement du progrès des sciences. Dans de nombreux domaines (industrie, santé, espace, information, etc.), elle est devenue un outil incontournable de diagnostic et de connaissance qui concourt à la résolution de nombreux problèmes se posant à notre société ; son rôle ne cessera de s'accroître dans les décennies à venir, ce qui justifie son introduction dans les programmes de formation dès le lycée.

Un enseignement scientifique de la voie technologique de laboratoire dont l'image est la référence permanente des contenus et des activités, vise :

- à faire percevoir aux élèves sa réalité et ses usages dans de nombreux domaines, notamment scientifiques ;
- à leur faire accéder à la connaissance des concepts et des modèles scientifiques qui sont au cœur des systèmes technologiques producteurs d'images ;
- à les initier aux démarches et aux outils d'investigation qu'ils pourront utiliser dans leurs études supérieures et dans leur vie personnelle et professionnelle.

L'image qui favorise par de nombreux aspects le dialogue des sciences de la matière et de la vie, des arts, des technologies et de bien d'autres disciplines doit inciter, à travers les pratiques de classe, au décloisonnement des savoirs, élément essentiel de la formation des jeunes. C'est, en tout cas, l'esprit dans lequel le programme a été conçu en soulignant notamment que le champ notionnel de l'image ne se réduit plus aujourd'hui au seul domaine de l'optique même si celui-ci reste très présent. Par-delà les apports de savoirs spécifiques et de compétences, le module Image ambitionne également de développer, à travers des pratiques pédagogiques innovantes, la formation du citoyen à l'esprit critique, à l'autonomie et à la curiosité intellectuelle, attitudes indispensables à ceux qui souhaitent s'orienter vers des études supérieures scientifiques ou technologiques.

Le programme du module Image déroule un contenu scientifique s'appuyant sur cinq grands domaines :

- D'une image à l'autre

Dans cette partie introductive, Il s'agit essentiellement de délimiter les contours du module Image tout en évoquant les problématiques attachées : qu'est ce qu'une image ? Comment est constituée une chaîne d'imagerie, de la production à l'exploitation de l'image ? Comment l'être humain s'approprie-t-il une image ? Quelles évolutions passées et à venir ?

- Images photographiques

Cette partie permet de mettre en place les concepts et les objets de l'optique ; ils sont introduits à partir d'un système imageur très répandu, l'appareil photographique numérique.

- Images et vision

On s'intéressera ici essentiellement à une caractéristique commune à la lumière, aux objets et aux images : la couleur.

- Lumière et énergie

La lumière transporte de l'énergie. L'interaction lumière-matière est au cœur des dispositifs émetteurs et récepteurs de lumière très présents dans la chaîne image. C'est une première approche des notions et des composants de la photonique qui est envisagée ici.

- Images et information

L'image est un concentré d'informations d'une part et l'information repose d'autre part, de plus en plus, sur l'image. Il s'agit de permettre aux élèves d'appréhender quelques procédés de traitement, de stockage, de transmission à distance, d'exploitation des informations dans de nombreux usages actuels des images.

La structure du programme ne doit pas être perçue comme une entrave à la liberté pédagogique du professeur en charge de cet enseignement. Il proposera un rythme et des activités d'apprentissages adaptés aux élèves et aux contraintes locales en articulation souple avec le programme du tronc commun et les autres modules du pôle Physique et chimie en laboratoire.

Sciences physiques et chimiques en laboratoire - classe de 1ère de la série STL
D'une image à l'autre

Notions et contenus	Capacités
<p>Typologie d'images. Fonctions de l'image.</p> <p>Aspect historique de l'image.</p> <p>Droits d'auteurs, droit à l'image.</p> <p>Perception des images.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les éléments constitutifs d'une chaîne de production d'image. - Reconnaître la fonction d'une image donnée. - Distinguer « image enregistrée » et « image fabriquée ». - Identifier quelques formats d'enregistrements d'images couramment utilisés et les comparer selon un ou deux critères. - Donner le sens des expressions « profondeur de champ », « perspective », « luminosité », « monochrome/polychrome », « contraste », « résolution », « niveaux de gris » et les utiliser de manière appropriée pour décrire une image. - Identifier et commenter la nature de l'information contenue dans une image scientifique simple. - Repérer sur une échelle temporelle quelques périodes ou dates clés pour l'image et les associer à un support : peintures rupestres, peintures à l'huile, photographie, cinéma, télévision, vidéo, etc. - Adopter un comportement citoyen par rapport au droit d'auteur et au droit à l'image. - Exploiter un modèle simplifié de l'œil pour expliquer l'accommodation. - Comparer la courbe de sensibilité spectrale de l'œil humain à celle de certains animaux. - Citer des applications faisant appel à la persistance rétinienne. - Expliquer la condition de perception spatiale : de la vision stéréoscopique à l'image en trois dimensions.

Images photographiques

Notions et contenus	Capacités
<p>Chambre noire et sténopé. Système optique : objet optique et image optique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre expérimentalement des systèmes optiques imageurs ; identifier le rôle des éléments essentiels en les désignant ; caractériser objet et image optiques.
<p>Lumière du jour et lumières artificielles. Lumière émise et lumière reçue. Réflexions spéculaire et diffuse.</p> <p>Filtres optiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Expliciter les phénomènes physiques mis en œuvre dans l'éclairage artificiel. - Établir un schéma fonctionnel simple d'une chaîne d'éclairage artificiel électriquement sécurisée. - Distinguer flux lumineux et éclairage lumineux. - Distinguer réflexion spéculaire et réflexion diffuse. - Distinguer contraste et luminosité d'une image. - Réaliser, interpréter et exploiter l'histogramme d'une image numérisée. - Analyser expérimentalement l'effet d'un filtre sur le spectre d'un rayonnement.
<p>Faisceaux lumineux : déviation, déformation, aberrations.</p> <p>Systèmes optiques centrés ; stigmatisme ; conjugaison objet/image.</p> <p>Lentilles minces convergentes. Association de lentilles minces.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Illustrer expérimentalement et distinguer différents phénomènes associés à la déviation d'un faisceau lumineux ; indiquer les applications associées. - Réaliser expérimentalement un faisceau lumineux cylindrique. - Exploiter les notions de foyers, distance focale pour caractériser un système optique. - Exploiter les propriétés d'une lentille mince convergente pour prévoir qualitativement la position et la taille d'une image. - Utiliser les relations de conjugaison pour prévoir la position et la taille d'une image obtenue à travers une lentille mince convergente ; réaliser une simulation numérique. - Déterminer expérimentalement la position et la taille d'une image. - Illustrer expérimentalement et corriger des aberrations optiques. - Comparer expérimentalement quelques caractéristiques d'un système optique réel et de son modèle simplifié.
<p>Appareil photographique numérique : mise au point, ouverture, temps de pose.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Illustrer expérimentalement le principe de mise au point automatique. - Associer l'éclairage et l'énergie reçus au nombre d'ouverture et au temps de pose.

<p>Angle de champ. Grandissement.</p> <p>Profondeur de champ. Grossissement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Établir expérimentalement la relation entre l'éclairement et le nombre d'ouverture. - Illustrer expérimentalement le principe d'un appareil à visée « réflex ». - Mesurer un angle de champ et un grossissement. - Relier l'angle de champ et le grandissement à la distance focale de l'objectif et à la taille du capteur. - Comparer expérimentalement le grossissement et l'angle de champ de différents objectifs. - Illustrer expérimentalement l'effet du diaphragme d'ouverture sur la profondeur de champ. - Mesurer le grossissement d'un système optique. - Distinguer zoom optique et zoom numérique.
<p>Photographie numérique : Photo détecteurs.</p> <p>Photographie argentique.</p> <p>Capteur : sensibilité et résolution.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre expérimentalement une photodiode ou un phototransistor. - Expliquer le principe des capteurs photosensibles CCD d'un appareil photographique numérique. - Réaliser une activité expérimentale pour relier l'éclairement reçu par un capteur et la grandeur électrique mesurée. - Interpréter l'image argentique par un procédé photochimique. - Comparer la sensibilité d'un capteur numérique et celle d'une pellicule argentique à une norme. - Relier la sensibilité à la résolution et à la surface du capteur.

Image et vision

Notions et contenus	Capacités
<p>Spectroscopie : prisme et réseaux.</p> <p>Spectres visibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser expérimentalement et décrire les spectres de différentes sources lumineuses dont une source laser. - Distinguer spectres d'émission et spectres d'absorption, spectres continus et spectres de raies. - Identifier, en utilisant une banque de données, un élément chimique à partir de son spectre d'émission ou d'absorption. - Exploiter la courbe d'intensité spectrale d'un spectre lumineux.
	<ul style="list-style-type: none"> - Relier la longueur d'onde d'une radiation monochromatique à sa fréquence. - Mesurer des longueurs d'onde du spectre visible.
<p>Perception des couleurs.</p> <p>Couleur des objets.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Expliciter le rôle de chacun des deux types de cellules photosensibles de l'œil. - Exploiter les courbes de sensibilité relative de l'œil en vision diurne et en vision nocturne. - Interpréter la couleur d'un objet comme l'effet de l'interaction de la matière dont il est constitué avec la lumière incidente. - Citer les paramètres physiques intervenant dans la perception des couleurs : teinte, luminosité et saturation.
<p>Synthèses additive et soustractive des couleurs. Systèmes chromatiques. Filtres.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Illustrer expérimentalement les synthèses additive et soustractive des couleurs. - Illustrer expérimentalement le principe du système RVB. - Exploiter un logiciel dédié pour déterminer les caractéristiques d'une couleur : composantes (R, V, B) ou teinte, luminosité, saturation (T, L, S). - Interpréter la pureté d'une couleur dans le diagramme chromatique (CIE 1931). - Citer des procédés de production d'images faisant appel à la synthèse additive ou à la synthèse soustractive.

Pigments et colorants. Colorants naturels et artificiels.	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguer couleur pigmentaire et couleur structurale. - Citer les phénomènes physiques pouvant intervenir dans la perception des couleurs structurales. - Illustrer expérimentalement l'effet des pigments sur la lumière blanche.
--	---

Lumière et énergie

Notions et contenus	Capacités
<p>Interaction rayonnement-matière : émission et absorption, diffusion.</p> <p>Le photon. Quantification des niveaux d'énergie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un photorécepteur, d'un photoémetteur. - Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. - Appliquer le modèle corpusculaire de la lumière pour expliquer le principe d'un photoémetteur et d'un photorécepteur.
<p>Sensibilité lumineuse relative de l'œil. Grandeurs photométriques : flux, éclairement.</p> <p>Sensibilité des capteurs à l'éclairement.</p> <p>Réflexion, absorption, transmission, diffusion.</p> <p>Luminescences.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exploiter la courbe de sensibilité de l'œil. Interpréter les anomalies de la vision des couleurs (daltonisme). - Déterminer expérimentalement la puissance lumineuse et le flux lumineux de différentes sources de lumière. - Associer le flux énergétique d'un faisceau à un flux de photons dans le cas d'une lumière monochromatique. - Illustrer expérimentalement l'anisotropie des sources lumineuses artificielles. - Illustrer expérimentalement deux modes de détection du rayonnement : compteurs de photons, capteurs d'énergie. - Mesurer un éclairement lumineux ; donner des ordres de grandeur d'éclairement dans différentes situations courantes. - Déterminer expérimentalement les caractéristiques de quelques sources ou de quelques capteurs : efficacité énergétique, rendement quantique et sensibilité spectrale. - Caractériser un matériau optique par ses coefficients de réflexion, de transmission et d'absorption. - Interpréter deux phénomènes de luminescence parmi la chimiluminescence, la fluorescence, la phosphorescence et l'électroluminescence, à partir de l'interaction rayonnement-matière.
<p>Sources « laser » : directivité, monochromaticité, puissance.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Citer différents types de laser et leurs usages dans différents domaines. - Énoncer les deux propriétés physiques spécifiques d'un faisceau laser. - Mettre en évidence expérimentalement les propriétés d'un faisceau produit par différentes sources laser. - Comparer la puissance surfacique d'une lumière émise par un laser et celle d'une autre source de lumière. - Utiliser une source laser en respectant les règles de sécurité. - Mesurer une distance avec une source laser.

Images et information

Notions et contenus	Capacités
<p>Information : Sources d'information, signaux, débit. Chaîne de transmission d'informations.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. - Caractériser une transmission numérique par son débit binaire. - Citer quelques modes de liaison possibles entre divers équipements vidéo, leurs avantages et leurs limites.

Image numérique. Traitement d'image.	<ul style="list-style-type: none">- Définir le pixel et estimer ses dimensions dans le cas de l'appareil photo numérique, d'un écran vidéo.- Expliquer le principe du codage en niveaux de gris et en couleurs RVB.- Énoncer qu'une image numérique est associée à un tableau de nombres.- Déterminer expérimentalement la résolution d'un convertisseur analogique/numérique.- Effectuer une opération simple (filtrage) de traitement d'image à l'aide d'un logiciel approprié.- Interpréter le chronogramme de sortie d'un capteur CCD.
Milieux et canaux de transmission : câbles, fibres, faisceaux hertziens.	<ul style="list-style-type: none">- Citer l'ordre de grandeur du débit binaire d'une transmission par câble coaxial, par fibre optique et par transmission hertzienne.- Expliquer le principe de propagation de la lumière dans une fibre optique.- Mesurer l'ouverture numérique d'une fibre optique.- Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données par fibre optique.- Montrer expérimentalement le phénomène de réflexion à l'extrémité d'un câble de transmission et sa conséquence sur le signal.
Reconstitution de l'image avec divers imageurs.	<ul style="list-style-type: none">- Expliquer le principe de reconstitution des couleurs par une imprimante, un écran numérique ou un vidéoprojecteur.
Stockage et mémorisation des images.	<ul style="list-style-type: none">- Relier la capacité mémoire nécessaire au stockage d'une image numérisée, non compressée, et sa définition.- Citer deux formats de fichiers images en précisant leurs principales caractéristiques.- Réaliser une conversion de formats de fichiers images à l'aide d'outils logiciels adaptés.

classe de 1ère S

**Annexe
PROGRAMME**

OBSERVER Couleurs et images <i>Comment l'œil fonctionne-t-il ? D'où vient la lumière colorée ? Comment créer de la couleur ?</i>	
Notions et contenus	Compétences attendues
Couleur, vision et image	
L'œil ; modèle de l'œil réduit. Lentilles minces convergentes : images réelle et virtuelle. Distance focale, vergence. Relation de conjugaison ; grandissement. Accommodation. Fonctionnements comparés de l'œil et d'un appareil photographique. Couleur des objets. Synthèse additive, synthèse soustractive. Absorption, diffusion, transmission. Vision des couleurs et trichromie. Daltonisme. Principe de la restitution des couleurs par un écran plat (ordinateur, téléphone portable, etc.).	Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel. Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente. <i>Modéliser le comportement d'une lentille mince convergente à partir d'une série de mesures.</i> Utiliser les relations de conjugaison et de grandissement d'une lentille mince convergente. Modéliser l'accommodation du cristallin. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour comparer les fonctionnements optiques de l'œil et de l'appareil photographique.</i> Interpréter la couleur observée d'un objet éclairé à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission. Utiliser les notions de couleur blanche et de couleurs complémentaires. Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente. <i>Pratiquer une démarche expérimentale permettant d'illustrer et comprendre les notions de couleurs des objets.</i> Distinguer couleur perçue et couleur spectrale. Recueillir et exploiter des informations sur le principe de restitution des couleurs par un écran plat.
Sources de lumière colorée	
Différentes sources de lumière : étoiles, lampes variées, laser, DEL, etc. Domaines des ondes électromagnétiques. Couleur des corps chauffés. Loi de Wien. Interaction lumière-matière : émission et absorption. Quantification des niveaux d'énergie de la matière. Modèle corpusculaire de la lumière : le photon. Énergie d'un photon. Relation $\Delta E = h\nu$ dans les échanges d'énergie. Spectre solaire.	Distinguer une source polychromatique d'une source monochromatique caractérisée par une longueur d'onde dans le vide. Connaître les limites en longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets. Exploiter la loi de Wien, son expression étant donnée. <i>Pratiquer une démarche expérimentale permettant d'illustrer et de comprendre la notion de lumière colorée.</i> Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. Connaître les relations $\lambda = c/\nu$ et $\Delta E = h\nu$ et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d'énergie. Expliquer les caractéristiques (forme, raies) du spectre solaire.

Matières colorées	
<p>Synthèse soustractive.</p> <p>Colorants, pigments ; extraction et synthèse.</p> <p>Réaction chimique : réactif limitant, stœchiométrie, notion d'avancement.</p> <p>Dosage de solutions colorées par étalonnage. Loi de Beer-Lambert.</p>	<p>Interpréter la couleur d'un mélange obtenu à partir de matières colorées. <i>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre une extraction, une synthèse, une chromatographie.</i></p> <p>Identifier le réactif limitant, décrire quantitativement l'état final d'un système chimique. Interpréter en fonction des conditions initiales la couleur à l'état final d'une solution siège d'une réaction chimique mettant en jeu un réactif ou un produit coloré. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce colorée à partir d'une courbe d'étalonnage en utilisant la loi de Beer-Lambert.</i></p>
<p>Molécules organiques colorées : structures moléculaires, molécules à liaisons conjuguées.</p> <p>Indicateurs colorés.</p> <p>Liaison covalente. Formules de Lewis ; géométrie des molécules. Rôle des doublets non liants. Isomérie Z/E.</p>	<p>Savoir que les molécules de la chimie organique sont constituées principalement des éléments C et H. Reconnaître si deux doubles liaisons sont en position conjuguée dans une chaîne carbonée. Établir un lien entre la structure moléculaire et le caractère coloré ou non coloré d'une molécule.</p> <p><i>Repérer expérimentalement des paramètres influençant la couleur d'une substance (pH, solvant, etc.).</i></p> <p>Décrire à l'aide des règles du « duet » et de l'octet les liaisons que peut établir un atome (C, N, O, H) avec les atomes voisins. Interpréter la représentation de Lewis de quelques molécules simples. Mettre en relation la formule de Lewis et la géométrie de quelques molécules simples. Prévoir si une molécule présente une isomérie Z/E. Savoir que l'isomérisation photochimique d'une double liaison est à l'origine du processus de la vision. <i>Mettre en œuvre le protocole d'une réaction photochimique.</i> <i>Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de modélisation.</i></p> <p>Recueillir et exploiter des informations sur les colorants, leur utilisation dans différents domaines, et les méthodes de détermination des structures (molécules photochromes, indicateurs colorés, peintures, etc.).</p>

<p>COMPRENDRE Lois et modèles</p> <p><i>Quelles sont les causes physiques à l'œuvre dans l'Univers ? Quelles interactions expliquent à la fois les stabilités et les évolutions physiques et chimiques de la matière ? Quels modèles utilise-t-on pour les décrire ? Quelles énergies leur sont associées ?</i></p>	
Notions et contenus	Compétences attendues
Cohésion et transformations de la matière	
<p>La matière à différentes échelles : du noyau à la galaxie.</p> <p>Particules élémentaires : électrons, neutrons, protons.</p> <p>Charge élémentaire e.</p> <p>Interactions fondamentales : interactions forte et faible, électromagnétique, gravitationnelle.</p> <p>Cohésion du noyau, stabilité.</p> <p>Radioactivité naturelle et artificielle. Activité.</p> <p>Réactions de fission et de fusion.</p> <p>Lois de conservation dans les réactions nucléaires.</p> <p>Défaut de masse, énergie libérée.</p> <p>Réactions nucléaires et aspects énergétiques associés.</p> <p>Ordre de grandeur des énergies mises en jeu.</p> <p>Solide ionique. Interaction électrostatique ; loi de Coulomb.</p> <p>Solide moléculaire. Interaction de Van der Waals, liaison hydrogène.</p> <p>Électronégativité.</p> <p>Effet du caractère polaire d'un solvant lors d'une dissolution.</p> <p>Conservation de la matière lors d'une dissolution.</p> <p>Variation de température et transformation physique d'un système par transfert thermique.</p> <p>Nomenclature des alcanes et des alcools ; formule semi-développée.</p> <p>Lien entre les températures de changement d'état et la structure moléculaire dans le cas de l'eau, des alcools et des alcanes.</p> <p>Miscibilité des alcools avec l'eau.</p> <p>Réactions chimiques et aspects énergétiques associés : énergie libérée lors de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un alcool ; ordres de grandeur.</p>	<p>Connaître les ordres de grandeur des dimensions des différentes structures des édifices organisés.</p> <p>Connaître l'ordre de grandeur des valeurs des masses d'un nucléon et de l'électron.</p> <p>Savoir que toute charge électrique peut s'exprimer en fonction de la charge élémentaire e.</p> <p>Associer, à chaque édifice organisé, la ou les interactions fondamentales prédominantes.</p> <p>Utiliser la représentation symbolique A_ZX ; définir l'isotopie et reconnaître des isotopes.</p> <p>Recueillir et exploiter des informations sur la découverte de la radioactivité naturelle et de la radioactivité artificielle.</p> <p>Connaître la définition et des ordres de grandeur de l'activité exprimée en becquerel.</p> <p>Utiliser les lois de conservation pour écrire l'équation d'une réaction nucléaire.</p> <p>Utiliser la relation $E_{\text{libérée}} = \Delta m c^2$.</p> <p>Recueillir et exploiter des informations sur les réactions nucléaires (domaine médical, domaine énergétique, domaine astronomique, etc.).</p> <p>Interpréter la cohésion des solides ioniques et moléculaires.</p> <p><i>Réaliser et interpréter des expériences simples d'électrisation.</i></p> <p>Recueillir et exploiter des informations sur les applications de la structure de certaines molécules (super absorbants, tensioactifs, alginates, etc.).</p> <p>Prévoir si un solvant est polaire.</p> <p>Écrire l'équation de la réaction associée à la dissolution dans l'eau d'un solide ionique.</p> <p>Savoir qu'une solution est électriquement neutre.</p> <p><i>Élaborer et réaliser un protocole de préparation d'une solution ionique de concentration donnée en ions.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole pour extraire une espèce chimique d'un solvant.</i></p> <p>Interpréter à l'échelle microscopique les aspects énergétiques d'une variation de température et d'un changement d'état.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mesurer une énergie de changement d'état.</i></p> <p>Reconnaître une chaîne carbonée linéaire, ramifiée ou cyclique. Nommer un alcane et un alcool.</p> <p>Donner les formules semi-développées correspondant à une formule brute donnée dans le cas de molécules simples.</p> <p>Interpréter :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'évolution des températures de changement d'état au sein d'une famille de composés ; - les différences de température de changement d'état entre les alcanes et les alcools ; - la plus ou moins grande miscibilité des alcools avec l'eau. <p><i>Réaliser une distillation fractionnée.</i></p> <p>Écrire une équation de combustion.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole pour estimer la valeur de l'énergie libérée lors d'une combustion.</i></p>

Champs et forces	
<p>Exemples de champs scalaires et vectoriels : pression, température, vitesse dans un fluide.</p> <p>Champ magnétique : sources de champ magnétique (Terre, aimant, courant).</p> <p>Champ électrostatique : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$</p> <p>Champ de pesanteur local : $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$</p> <p>Loi de la gravitation ; champ de gravitation. Lien entre le champ de gravitation et le champ de pesanteur.</p>	<p>Recueillir et exploiter des informations (météorologie, téléphone portable, etc.) sur un phénomène pour avoir une première approche de la notion de champ. Décrire le champ associé à des propriétés physiques qui se manifestent en un point de l'espace. Comprendre comment la notion de champ a émergé historiquement d'observations expérimentales. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour cartographier un champ magnétique ou électrostatique.</i></p> <p>Connaître les caractéristiques : - des lignes de champ vectoriel ; - d'un champ uniforme ; - du champ magnétique terrestre ; - du champ électrostatique dans un condensateur plan ; - du champ de pesanteur local.</p> <p>Identifier localement le champ de pesanteur au champ de gravitation, en première approximation.</p>
Formes et principe de conservation de l'énergie	
<p>Énergie d'un point matériel en mouvement dans le champ de pesanteur uniforme : énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur, conservation ou non conservation de l'énergie mécanique. Frottements ; transferts thermiques ; dissipation d'énergie.</p> <p>Formes d'énergie</p> <p>Principe de conservation de l'énergie. Application à la découverte du neutrino dans la désintégration β.</p>	<p>Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide au voisinage de la Terre. <i>Réaliser et exploiter un enregistrement pour étudier l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique d'un système au cours d'un mouvement.</i></p> <p>Connaître diverses formes d'énergie.</p> <p>Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.</p>

<p>AGIR Défis du XXIème siècle <i>En quoi la science permet-elle de répondre aux défis rencontrés par l'Homme dans sa volonté de développement tout en préservant la planète ?</i></p>	
Notions et contenus	Compétences attendues
Convertir l'énergie et économiser les ressources	
<p>Ressources énergétiques renouvelables ou non ; durées caractéristiques associées. Transport et stockage de l'énergie ; énergie électrique.</p> <p>Production de l'énergie électrique ; puissance. Conversion d'énergie dans un générateur, un récepteur. Loi d'Ohm. Effet Joule. Notion de rendement de conversion.</p>	<p>Recueillir et exploiter des informations pour identifier des problématiques : - d'utilisation des ressources énergétiques ; - du stockage et du transport de l'énergie. Argumenter en utilisant le vocabulaire scientifique adéquat.</p> <p>Distinguer puissance et énergie. Connaître et utiliser la relation liant puissance et énergie. Connaître et comparer des ordres de grandeur de puissances. Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les conversions d'énergie en termes de conservation, de dégradation.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour :</i> - mettre en évidence l'effet Joule ; - exprimer la tension aux bornes d'un générateur et d'un récepteur en fonction de l'intensité du courant électrique.</p> <p>Recueillir et exploiter des informations portant sur un système électrique à basse consommation.</p>
<p>Stockage et conversion de l'énergie chimique. Énergie libérée lors de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un alcool.</p> <p>Piles salines, piles alcalines, piles à combustible. Accumulateurs. Polarité des électrodes, réactions aux électrodes.</p> <p>Oxydant, réducteur, couple oxydant/réducteur, réaction d'oxydo-réduction. Modèle par transfert d'électrons.</p>	<p>Recueillir et exploiter des informations sur le stockage et la conversion d'énergie chimique. Écrire une équation de combustion. Argumenter sur l'impact environnemental des transformations mises en jeu. Déterminer l'ordre de grandeur de la masse de CO₂ produit lors du déplacement d'un véhicule.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour réaliser une pile et modéliser son fonctionnement. Relier la polarité de la pile aux réactions mises en jeu aux électrodes.</i> Recueillir et exploiter des informations sur les piles ou les accumulateurs dans la perspective du défi énergétique. Reconnaître l'oxydant et le réducteur dans un couple. Écrire l'équation d'une réaction d'oxydo-réduction en utilisant les demi-équations redox.</p>

Synthétiser des molécules et fabriquer de nouveaux matériaux	
<p>Nanochimie.</p> <p>Synthèse ou hémisynthèse de molécules complexes, biologiquement actives.</p> <p>Alcools, aldéhydes, cétones : nomenclature, oxydations.</p> <p>Acides carboxyliques : nomenclature, caractère acide, solubilité et pH. Obtention d'un acide carboxylique ou d'une cétone ; rendement d'une synthèse.</p> <p>Synthèses et propriétés de matériaux amorphes (verres), de matériaux organisés (solides cristallins, céramiques) et de matières plastiques.</p>	<p>Recueillir et exploiter des informations sur un aspect de la nanochimie (nanotubes de carbone, nanomédicaments, nanoparticules métalliques, etc.).</p> <p>Recueillir et exploiter des informations sur une synthèse d'une molécule biologiquement active en identifiant les groupes caractéristiques.</p> <p>Nommer des alcools, aldéhydes, cétones et acides carboxyliques. Reconnaître la classe d'un alcool. Écrire l'équation de la réaction d'oxydation d'un alcool et d'un aldéhyde.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - extraire un acide carboxylique d'un mélange ; - oxyder un alcool ou un aldéhyde ; - mettre en évidence par des tests caractéristiques ou une CCM un ou des produits issus de l'oxydation d'un alcool ; - déterminer la valeur du rendement d'une synthèse. <p><i>Réaliser une extraction par solvant, un chauffage à reflux, une filtration sous vide, une CCM, une distillation en justifiant du choix du matériel à utiliser.</i> Argumenter à propos d'une synthèse en utilisant des données physico-chimiques et de sécurité.</p> <p>Recueillir et exploiter des informations pour relier les propriétés physiques d'un matériau à sa structure microscopique.</p>
Créer et innover	
<p>Culture scientifique et technique ; relation science-société. Métiers de l'activité scientifique (partenariat avec une institution de recherche, une entreprise, etc.).</p>	<p>Réinvestir la démarche scientifique sur des projets de classe ou de groupes.</p> <p>Comprendre les interactions entre la science et la société sur quelques exemples. Communiquer sur la science par exemple en participant à des actions de promotion de la culture scientifique et technique. Recueillir et exploiter des informations sur l'actualité scientifique et technologique, sur des métiers ou des formations scientifiques et techniques en lien avec des ressources locales.</p>

classe de 1ère des séries ES et L

Représentation visuelle

Nous vivons dans un monde où les images sont omniprésentes, fixes ou animées, véhiculées par différents médias. Mais ces images traduisent-elles la réalité du monde qui nous entoure ? Cette interrogation n'est pas nouvelle, elle sous-tendait déjà le mythe de la caverne de Platon où Socrate démontre à son disciple Glaucon que l'on n'a du monde que des images (les « ombres ») personnelles limitées par ses propres moyens d'accès à la connaissance du réel.

La représentation visuelle, qui passe par la perception visuelle, est le fruit d'une construction cérébrale. Dans sa composante sciences physiques et chimiques, l'objectif de ce thème est d'amener l'élève à comprendre :

- le fonctionnement de l'œil en tant qu'appareil optique ;
- le principe de la correction de certains défauts de l'œil ;
- l'obtention des couleurs de la matière.

Dans sa composante sciences de la vie et de la Terre, l'objectif de ce thème est d'amener l'élève à comprendre les bases scientifiques de la perception visuelle qui :

- dépend de la qualité des messages transmis vers le cerveau, eux-mêmes directement liés à la qualité de l'image formée sur la rétine (avec la possibilité de la corriger par des lentilles artificielles) et à la nature des récepteurs ;
- met en jeu plusieurs zones spécialisées du cerveau qui communiquent entre elles ;
- permet, associée à la mémoire et à des structures spécifiques du langage, l'apprentissage de la lecture ;
- peut être perturbée par des drogues agissant sur la communication entre neurones ;
- peut présenter des déficiences dont certaines peuvent être traitées.

Cet enseignement doit aider l'élève à adopter des comportements pour préserver l'intégrité de sa vision et du fonctionnement de son cerveau.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES EXIGIBLES
De l'œil au cerveau	
<p>L'œil : système optique et formation des images</p> <p>Conditions de visibilité d'un objet. Approche historique de la conception de la vision.</p> <p>Modèle réduit de l'œil.</p> <p>Lentilles minces convergentes, divergentes. Éléments caractéristiques d'une lentille mince convergente : centre optique, axe optique, foyers, distance focale. Construction géométrique de l'image d'un petit objet-plan donnée par une lentille convergente.</p> <p>L'œil, accommodation, défauts et corrections</p> <p>Formation des images sur la rétine ; nécessité de l'accommodation. Punctum proximum et punctum remotum. Défauts de l'œil : myopie, hypermétropie et presbytie. Principe de correction de ces défauts par des lentilles minces ou par modification de la courbure de la cornée ; vergence.</p>	<p>Exploiter les conditions de visibilité d'un objet. Porter un regard critique sur une conception de la vision à partir de l'étude d'un document.</p> <p>Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel.</p> <p>Reconnaître la nature convergente ou divergente d'une lentille mince. Représenter symboliquement une lentille mince convergente ou divergente. Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente.</p> <p>Modéliser l'accommodation du cristallin. Reconnaître la nature du défaut d'un œil à partir des domaines de vision et inversement. Associer à chaque défaut un ou plusieurs modes de correction possibles. Exploiter la relation liant la vergence et la distance focale.</p>

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES EXIGIBLES
<p>Acquis du collège : propagation rectiligne de la lumière, modèle du rayon lumineux, vision des objets, lentilles, formation des images réelles.</p> <p>Des photorécepteurs au cortex visuel La vision du monde dépend des propriétés des photorécepteurs de la rétine. L'étude comparée des pigments rétinien permet de placer l'Homme parmi les Primates.</p> <p>Le message nerveux visuel emprunte des voies nerveuses jusqu'au cortex visuel.</p> <p>Aires visuelles et perception visuelle L'imagerie fonctionnelle du cerveau permet d'identifier et d'observer des aires spécialisées dans la reconnaissance des couleurs, ou des formes, ou du mouvement.</p> <p>Aires cérébrales et plasticité La reconnaissance d'un mot écrit nécessite une collaboration entre aires visuelles, mémoire et des structures liées au langage.</p>	<p>Déterminer les rôles des photorécepteurs et de l'organisation anatomique des voies visuelles dans la perception d'une image. Relier : - certaines maladies et certaines anomalies génétiques à des déficiences visuelles ; - certaines caractéristiques de la vision à certaines propriétés et à la répartition des photorécepteurs de la rétine. Justifier la place de l'Homme au sein des Primates à partir de la comparaison des opsines ou des gènes les codant. Expliquer à partir de résultats d'exploration fonctionnelle du cerveau ou d'étude de cas cliniques, la notion de spécialisation fonctionnelle des aires visuelles. Établir les relations entre coopération des aires cérébrales, plasticité des connexions et activité de lecture.</p>
<p>Couleurs et arts Colorants et pigments. Approche historique. Influence d'un ou plusieurs paramètres sur la couleur de certaines espèces chimiques.</p> <p>Synthèse soustractive ; synthèse additive. Application à la peinture et à l'impression couleur.</p> <p>Acquis du collège : lumière blanche composée de lumières colorées, couleur d'un objet, synthèse additive, synthèse d'une espèce chimique. Limites : L'appui sur des maladies et des anomalies n'implique pas une connaissance exhaustive de celles-ci. On n'aborde ni l'organisation détaillée de la rétine ni le fonctionnement des photorécepteurs. On signale simplement l'élaboration globale d'un message nerveux acheminé par le nerf optique. Il ne s'agit pas d'une étude exhaustive des techniques d'exploration du cerveau, des cas cliniques, des maladies et des anomalies de la vision. On n'étudie ni la localisation relative des aires V1 à V5, ni leurs spécialisations, ni les mécanismes précis de la mémoire ou du langage.</p>	<p>Rechercher et exploiter des informations portant sur les pigments, les colorants et leur utilisation dans le domaine des arts. Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la présence de différents colorants dans un mélange. Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence l'influence de certains paramètres sur la couleur d'espèces chimiques.</p> <p>Distinguer synthèses soustractive et additive. Exploiter un cercle chromatique. Interpréter la couleur d'un mélange obtenu à partir de matières colorées.</p>

La chimie de la perception

La transmission synaptique

La perception repose sur la transmission de messages nerveux, de nature électrique, entre neurones, au niveau de synapses, par l'intermédiaire de substances chimiques : les neurotransmetteurs.

Les perturbations chimiques de la perception

Certaines substances hallucinogènes perturbent la perception visuelle. Leur action est due à la similitude de leur structure moléculaire avec celle de certains neurotransmetteurs du cerveau auxquels elles se substituent.

Leur consommation entraîne des troubles du fonctionnement général de l'organisme, une forte accoutumance ainsi que des « flash-back » imprévisibles.

Acquis du collège et de la classe de seconde :

Système nerveux, organes sensoriels, récepteur, centres nerveux (moelle épinière, cerveau), nerf sensitif, neurones, altération des récepteurs sensoriels par l'environnement, cerveau, centre d'analyse et lieu de la perception, variation du débit sanguin en fonction de l'activité d'un organe.

Communication au sein d'un réseau de neurones, action de la consommation ou de l'abus de certaines substances sur les récepteurs et les effecteurs.

Limites :

On se contente, à travers l'observation iconographique de vésicules au niveau synaptique, de mettre en évidence l'intervention d'un neurotransmetteur.

L'action du LSD (et éventuellement d'autres drogues) est expliquée au niveau moléculaire.

Le volet « éducation à la santé » doit être développé.

Mettre en évidence la nature chimique de la transmission du message nerveux entre deux neurones par la mise en relation de documents, dont des électrographies.

Expliquer le mode d'action de substances hallucinogènes (ex. : LSD ou « acide ») par la similitude de leur structure moléculaire avec celle de certains neurotransmetteurs du cerveau auxquels elles se substituent.

Expliquer l'action d'une drogue dans la perturbation de la communication nerveuse qu'elle induit et les dangers de sa consommation tant d'un point de vue individuel que sociétal.

Nourrir l'humanité

Une population de neuf milliards d'humains est prévue au XXIème siècle. Nourrir la population mondiale est un défi majeur qui ne peut être relevé sans intégrer des considérations géopolitiques, socio-économiques et environnementales.

L'élève sera amené à percevoir la complexité des questions qui se posent désormais à chacun, dans sa vie de citoyen, tant au niveau individuel que collectif, et à l'humanité concernant la satisfaction des besoins alimentaires.

Il élaborera quelques éléments de réponses, scientifiquement étayées, à certaines de ces interrogations concernant l'accroissement de la production agricole, la conservation des aliments et leurs transformations. Il prendra conscience que pour obtenir, par l'amélioration des pratiques culturales, une augmentation des rendements et de la productivité agricoles, dans un contexte historique et économique de développement des populations mondiales, il est désormais nécessaire de prendre en compte :

- l'impact sur l'environnement, dont les interactions et les échanges entre les êtres vivants et leurs milieux, et la gestion durable des ressources que représentent le sol et l'eau ;
- les conséquences sur la santé.

Par une approche historique et culturelle, l'élève aborde les processus physiques, chimiques et biologiques de la transformation et de la conservation des aliments. Il acquiert des connaissances qui lui permettent d'adopter des comportements responsables en matière de risque alimentaire.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES EXIGIBLES
Vers une agriculture durable au niveau de la planète	
<p>Pratiques alimentaires collectives et perspectives globales L'agriculture repose sur la création et la gestion d'agrosystèmes dans le but de fournir des produits (dont les aliments) nécessaires à l'humanité.</p> <p>Dans un agrosystème, le rendement global de la production par rapport aux consommations de matière et d'énergie conditionne le choix d'une alimentation d'origine animale ou végétale, dans une perspective de développement durable.</p> <p>Une agriculture pour nourrir les Hommes L'exportation de biomasse, la fertilité des sols, la recherche de rendements et l'amélioration qualitative des productions posent le problème : - des apports dans les cultures (engrais, produits phytosanitaires, etc.) ; - des ressources en eau ; - de l'amélioration des races animales et des variétés végétales par la sélection génétique, les manipulations génétiques, le bouturage ou le clonage ; - du coût énergétique et des atteintes portées à l'environnement. Le choix des techniques culturales doit concilier la production, la gestion durable de l'environnement et la santé.</p> <p>Qualité des sols et de l'eau Le sol : milieu d'échanges de matière. Engrais et produits phytosanitaires ; composition chimique.</p>	<p>Comparer la part d'intervention de l'Homme dans le fonctionnement d'un écosystème et d'un agrosystème. Montrer que consommer de la viande ou un produit végétal n'a pas le même impact écologique.</p> <p>Comparer les bilans d'énergie et de matière (dont l'eau) d'un écosystème et de différents agrosystèmes (cultures, élevages), à partir de données prélevées sur le terrain ou dans des bases de données et traitées par des logiciels de calculs ou de simulation. Expliquer, à partir de résultats simples de croisements, le principe de la sélection génétique (« vigueur hybride » et « homogénéité de la F1 »). Relier les progrès de la science et des techniques à leur impact sur l'environnement au cours du temps. Étudier l'impact sur la santé ou l'environnement de certaines pratiques agricoles (conduite d'un élevage ou d'une culture).</p> <p>Exploiter des documents et mettre en œuvre un protocole pour comprendre les interactions entre le sol et une solution ionique en termes d'échanges d'ions. Mettre en œuvre un protocole expérimental pour doser par comparaison une espèce présente dans un engrais ou dans un produit phytosanitaire.</p>

<p>Eau de source, eau minérale, eau du robinet ; composition chimique d'une eau de consommation. Critères physicochimiques de potabilité d'une eau. Traitement des eaux naturelles.</p> <p>Acquis (collège et seconde) : <i>SVT : caractéristiques du milieu et répartition des êtres vivants ; peuplement d'un milieu ; biodiversité ; production alimentaire par l'élevage ou la culture ou par une transformation biologique ; le sol, patrimoine durable ; producteurs ; synthèse de matière organique à la lumière ; biomasse ; gènes ; allèles, ADN ; transgénèse ; reproduction sexuée et unicité des individus.</i></p> <p><i>SPC : l'eau dans l'environnement, mélanges aqueux, mélanges homogènes et corps purs, l'eau solvant, formules de quelques ions, protocole de tests de reconnaissance de certains ions.</i></p> <p>Limites : <i>On se limite à la quantification des flux d'énergie et de matière sans identifier ni expliquer les mécanismes biologiques explicatifs. Aucune exhaustivité n'est attendue dans la connaissance des pratiques de cultures et d'élevages. Les mécanismes cellulaires du bouturage ne sont pas à connaître. Les étapes du clonage et des manipulations génétiques ne sont pas étudiées pour elles-mêmes mais pour leur intérêt en agriculture.</i></p>	<p>Réaliser une analyse qualitative d'une eau. Rechercher et exploiter des informations concernant : - la potabilité d'une eau ; - le traitement des eaux naturelles ; - l'adoucissement d'une eau dure.</p>
<p>Qualité et innocuité des aliments : le contenu de nos assiettes</p>	
<p>Biologie des microorganismes et conservation des aliments Certaines techniques de conservation se fondent sur la connaissance de la biologie des microorganismes, dont certains sont pathogènes, et visent à empêcher leur développement.</p> <p>Conservation des aliments, santé et appétence alimentaire La conservation des aliments permet de reculer la date de péremption tout en préservant leur comestibilité et leurs qualités nutritives et gustatives. Les techniques de conservation peuvent modifier les qualités gustatives et nutritionnelles des aliments et provoquer parfois des troubles physiologiques chez le consommateur.</p> <p>Conservation des aliments Effet du dioxygène de l'air et de la lumière sur certains aliments. Rôle de la lumière et de la température dans</p>	<p>Expliquer à partir de données expérimentales ou documentaires le rôle des conditions physico-chimiques sur le développement de micro-organismes. Expliquer les conseils de conservation donnés aux consommateurs. Identifier les avantages et les inconvénients pour le consommateur de certains traitements appliqués dans le cadre de la conservation des aliments. Utiliser des arguments scientifiques pour confirmer ou infirmer certaines affirmations véhiculées dans les médias ou dans les publicités concernant l'action de certains produits alimentaires sur la santé.</p> <p>Mettre en œuvre un protocole pour mettre en évidence l'oxydation des aliments.</p> <p>Distinguer une transformation physique d'une</p>

l'oxydation des produits naturels.
Conservation des aliments par procédé physique et par procédé chimique.

Se nourrir au quotidien : exemple des émulsions

Structure simplifiée des lipides.
Espèces tensioactives ; partie hydrophile, partie hydrophobe.
Formation de micelles.

Acquis (collège et seconde) :

Transformation biologique : microorganismes, aspect gustatif.

Les changements d'état, composition de l'air, les atomes pour comprendre la réaction chimique.

Limites :

Il ne s'agit pas :

- d'établir une liste exhaustive des agents pathogènes, des intoxications alimentaires et des symptômes de ces dernières ;
- d'étudier les techniques de conservation des aliments pour elles-mêmes ;
- de lister tous les conservateurs et leurs effets supposés sur la santé.

réaction chimique.

Associer un changement d'état à un processus de conservation.

Extraire et organiser des informations pour :

- rendre compte de l'évolution des modes de conservation des aliments ;
- analyser la formulation d'un produit alimentaire.

Interpréter le rôle d'une espèce tensioactive dans la stabilisation d'une émulsion.

Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence les conditions physicochimiques nécessaires à la réussite d'une émulsion culinaire.

Féminin/masculin

La prise en charge de façon responsable de sa vie sexuelle par ce futur adulte rend nécessaire de parfaire une éducation à la sexualité qui a commencé au collège.

Ce thème vise à fournir à l'élève des connaissances scientifiques clairement établies, qui ne laissent de place ni aux informations erronées sur le fonctionnement de son corps ni aux préjugés.

Ce sera également l'occasion d'affirmer que si l'identité sexuelle et les rôles sexuels dans la société avec leurs stéréotypes appartiennent à la sphère publique, l'orientation sexuelle fait partie, elle, de la sphère privée.

A l'issue de cet enseignement l'élève devrait être capable d'expliquer :

- à un niveau simple, par des mécanismes hormonaux, les méthodes permettant de choisir le moment de procréer ou d'aider un couple stérile à avoir un enfant ;
- comment un comportement individuel raisonné permet de limiter les risques de contamination et de propagation des infections sexuellement transmissibles (IST) ;
- le déterminisme génétique et hormonal du sexe biologique, et de différencier ainsi identité et orientation sexuelles ;
- que l'activité sexuelle chez l'Homme repose en partie sur des phénomènes biologiques, en particulier l'activation du système de récompense.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES EXIGIBLES
Prendre en charge de façon conjointe et responsable sa vie sexuelle	
<p>La connaissance de plus en plus précise des hormones naturelles contrôlant les fonctions de reproduction humaine a permis progressivement la mise au point de molécules de synthèse qui permettent une maîtrise de la procréation de plus en plus adaptée, avec de moins en moins d'effets secondaires.</p> <p>Ces molécules de synthèse sont utilisées dans :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la contraception régulière (« la pilule ») ; - la contraception d'urgence ; - l'IVG médicamenteuse. <p>Elles sont également utilisées dans les techniques de procréation médicalement assistée (PMA) qui permettent ou facilitent la fécondation et/ou la gestation dans les cas de stérilité ou d'infertilité.</p> <p>Les IST, causes de stérilité, et leur propagation au sein de la population peuvent être évitées par des comportements individuels adaptés.</p> <p>Acquis du collègue : <i>reproduction sexuée, fécondation, nidation, cellules reproductrices (spermatozoïdes, ovules), organes reproducteurs, caractères sexuels secondaires, origine hormonale et caractéristiques de la puberté, règles, ménopause, rapport sexuel, embryon, hormones ovariennes (œstrogènes, progestérone), organe-cible, maîtrise de la reproduction : contraception (chimique ou mécanique), contra-gestation, interruption de grossesse, effet abortif, PMA.</i></p> <p>Limites : <i>Seuls les mécanismes régulateurs permettant de comprendre les phénomènes moléculaires des actions contraceptives sont à connaître. Les mécanismes cellulaires d'action des molécules hormonales ne sont pas au programme.</i></p> <p><i>Il ne s'agit pas de prendre en compte toutes les</i></p>	<p>Replacer dans le temps et dans la société la chronologie de l'apparition des méthodes de régulation des naissances.</p> <p>Identifier les modes d'action des molécules de synthèse et les expliquer par les mécanismes biologiques sur lesquels ils se fondent.</p> <p>Expliquer les pratiques médicales chimiques mises en œuvre en cas de déficience de la fertilité du couple.</p> <p>Relier les conseils d'hygiène, de dépistage, de vaccination et d'utilisation du préservatif aux modes de contamination et de propagation des IST.</p> <p>Discuter les limites des méthodes de maîtrise de la procréation en s'appuyant sur la législation, l'éthique et l'état des connaissances médicales.</p>

<p><i>causes de stérilité ni toutes les techniques de procréation médicalement assistée mais de montrer que leurs principes reposent sur des connaissances scientifiques.</i> <i>Le cadre éthique doit être discuté.</i> <i>L'étude exhaustive des IST et de leurs agents infectieux n'est pas l'objectif du programme.</i> <i>Le volet « éducation à la santé » doit être développé.</i></p>	
Devenir homme ou femme	
<p>La mise en place des structures et de la fonctionnalité des appareils sexuels se réalise sur une longue période qui va de la fécondation à la puberté, en passant par le développement embryonnaire et fœtal.</p> <p>Acquis du collège : <i>Chromosomes sexuels, gène, caractères héréditaires, organes reproducteurs, caractères sexuels secondaires, puberté, embryon.</i></p> <p>Limites : <i>On étudie les trois étapes de la différenciation mais :</i> <i>- le lien entre sexe génétique et sexe phénotypique s'appuie sur des données médicales et non expérimentales ;</i> <i>- on n'entre pas dans le détail des mécanismes montrant l'influence du sexe génétique sur le sexe phénotypique (gène SRY, protéine TDF).</i></p>	<p>Caractériser à partir de différentes informations et à différentes échelles un individu de sexe masculin ou de sexe féminin.</p> <p>Expliquer, à partir de données médicales, les étapes de différenciation de l'appareil sexuel au cours du développement embryonnaire.</p> <p>Différencier, à partir de la confrontation de données biologiques et de représentations sociales ce qui relève :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de l'identité sexuelle, des rôles en tant qu'individus sexués et de leurs stéréotypes dans la société, qui relèvent de l'espace social ; - de l'orientation sexuelle qui relève de l'intimité des personnes.
Vivre sa sexualité	
<p>Le comportement sexuel chez les Mammifères est contrôlé, entre autres, par les hormones et le système de récompense.</p> <p>Au cours de l'évolution, l'influence hormonale dans le contrôle du comportement de reproduction diminue, et corrélativement le système de récompense devient prépondérant dans la sexualité de l'Homme et plus généralement des primates hominoïdes.</p> <p>Les facteurs affectifs et cognitifs, et surtout le contexte culturel, ont une influence majeure sur le comportement sexuel humain.</p> <p>Acquis du collège : <i>système nerveux, centres nerveux.</i></p> <p>Limites : <i>on s'en tiendra à une approche descriptive du déterminisme hormonal du comportement sexuel et de l'intervention du système de récompense, sans explication à l'échelle cellulaire ou moléculaire.</i></p>	<p>Établir l'influence des hormones sur le comportement sexuel des Mammifères.</p> <p>Identifier les structures cérébrales qui participent aux processus de récompense à partir de données médicales et expérimentales.</p>

Le défi énergétique

L'exercice de la responsabilité en matière de développement durable repose sur l'analyse des besoins et des contraintes et sur la recherche de solutions nouvelles à court, moyen ou long terme. Pour cela, les sciences expérimentales apportent leur contribution en permettant en particulier de comprendre qu'aucun développement ne sera durable s'il ne recherche, entre autres :

- la disponibilité et la qualité des ressources naturelles ;
- la maîtrise des ressources énergétiques ;
- la gestion des aléas et risques naturels et/ou industriels ;
- l'optimisation de la gestion de l'énergie.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES EXIGIBLES
Activités humaines et besoins en énergie	
<p>Besoins énergétiques engendrés par les activités humaines : industries, transports, usages domestiques.</p> <p>Quantification de ces besoins : puissance, énergie.</p>	<p>Exploiter des documents et/ou des illustrations expérimentales pour mettre en évidence différentes formes d'énergie.</p> <p>Connaître et utiliser la relation liant puissance et énergie.</p> <p>Rechercher et exploiter des informations sur des appareils de la vie courante et sur des installations industrielles pour porter un regard critique sur leur consommation énergétique et pour appréhender des ordres de grandeur de puissance.</p>
Utilisation des ressources énergétiques disponibles	
<p>Ressources énergétiques et durées caractéristiques associées (durée de formation et durée estimée d'exploitation des réserves).</p> <p>Ressources non renouvelables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - fossiles (charbon, pétroles et gaz naturels) ; - fissiles (Uranium : isotopes, : isotope fissile). <p>Ressources renouvelables.</p> <p>Le Soleil, source de rayonnement.</p>	<p>Rechercher et exploiter des informations pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - associer des durées caractéristiques à différentes ressources énergétiques ; - distinguer des ressources d'énergie renouvelables et non renouvelables ; - identifier des problématiques d'utilisation de ces ressources. <p>Mettre en œuvre un protocole pour séparer les constituants d'un mélange de deux liquides par distillation fractionnée.</p> <p>Utiliser la représentation symbolique pour distinguer des isotopes.</p>
<p>Conversion d'énergie.</p>	<p>Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les transformations d'énergie en termes de conversion et de dégradation.</p>
<p>Centrale électrique thermique à combustible fossile ou nucléaire.</p> <p>Réaction de combustion.</p> <p>Réaction de fission.</p> <p>Réaction de fusion.</p> <p>Le Soleil, siège de réactions de fusion nucléaire.</p> <p>Exploitation des ressources renouvelables.</p>	<p>Identifier les différentes formes d'énergie intervenant dans une centrale thermique à combustible fossile ou nucléaire.</p> <p>Interpréter l'équation d'une réaction nucléaire en utilisant la notation symbolique du noyau .</p> <p>À partir d'exemples donnés d'équations de réactions nucléaires, distinguer fission et fusion.</p> <p>Exploiter les informations d'un document pour comparer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les énergies mises en jeu dans des réactions nucléaires et dans des réactions chimiques ; - l'utilisation de différentes ressources énergétiques.

Optimisation de la gestion et de l'utilisation de l'énergie

Transport et stockage de l'énergie.
 Accumulateur électrochimique et pile à combustible.
 Sous-produits de l'industrie nucléaire. Décroissance radioactive.
 Effet de serre.

Rechercher et exploiter des informations pour comprendre :

- la nécessité de stocker et de transporter l'énergie ;
- l'utilisation de l'électricité comme mode de transfert de l'énergie ;
- la problématique de la gestion des déchets radioactifs.

Analyser une courbe de décroissance radioactive.
 Faire preuve d'esprit critique : discuter des avantages et des inconvénients de l'exploitation d'une ressource énergétique, y compris en terme d'empreinte environnementale.

Les acquis du collège : les changements d'état de l'eau, les combustions, les atomes pour comprendre la réaction chimique, pile électrochimique et énergie chimique, l'alternateur, tension alternative, puissance et énergie électriques.

**SCIENCES ET LABORATOIRE EN CLASSE
DE SECONDE GÉNÉRALE ET
TECHNOLOGIQUE**
Enseignement d'exploration

PROGRAMME DE SCIENCES ET LABORATOIRE EN CLASSE DE SECONDE GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE

Enseignement d'exploration

Objectifs de l'enseignement

Les sciences expérimentales ont pour vocation d'aider les élèves à construire des compétences dont ils auront besoin, tout au long de leur vie, dans une société en mutation rapide. 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 nécessite d'être capable de se poser des questions, d'imaginer des réponses réalistes, de prendre des initiatives pour passer des idées aux actes et aux réalisations concrètes en expérimentant.

L'enseignement d'exploration « Sciences et Laboratoire » porte cette exigence à travers une pratique soutenue de la démarche scientifique dans le cadre d'activités de laboratoire. Chez l'élève, il vise à susciter le goût de la recherche, à développer l'esprit d'innovation et à lui faire découvrir ses capacités de résolution de problèmes en insistant particulièrement sur l'observation, le choix et la maîtrise des instruments et des techniques de laboratoire, l'exploitation des résultats, l'action concrète et raisonnée, le travail collaboratif... La pratique expérimentale est le moyen qui sera privilégié dans cet enseignement pour répondre à une question ; elle favorisera la formation de l'esprit scientifique si elle est accompagnée par un objectif précis en amont et par un regard critique sur la réponse apportée en aval.

Les activités conduites dans cet enseignement correspondent à la prise d'informations sur des phénomènes naturels et sur des "objets" construits par l'Homme, au traitement et à l'analyse de celles-ci en vue d'apporter une réponse à une problématique.

Des rencontres avec des scientifiques (chercheurs, techniciens, ingénieurs), des visites de laboratoires ou d'entreprises et des partenariats complètent utilement cet enseignement et permettent aux élèves de concevoir un parcours personnalisé pour accéder à des études supérieures scientifiques et technologiques.

Dans la continuité de l'enseignement des sciences au collège, cet enseignement d'exploration permet aux élèves de découvrir ou de renforcer des capacités et des attitudes mises en œuvre dans une démarche scientifique.

Cet enseignement fait appel et renforce différentes compétences au sens du "socle commun de connaissances et de compétences", notamment :

- la maîtrise de la langue française,
- les principaux éléments de mathématiques et la culture scientifique et technique,
- la maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication,
- l'autonomie et l'initiative.

Dans le cadre d'une démarche de projet, il permet de découvrir les capacités plus particulièrement mises en œuvre à travers des pratiques expérimentales en laboratoire :

- formuler ou s'approprier une problématique,
- proposer une stratégie pour répondre à la problématique,
- mettre en œuvre des activités expérimentales,
- analyser les résultats et valider une solution,
- présenter et partager ses travaux.

Modalités d'enseignement

Pour intéresser les élèves et les initier aux méthodes et pratiques de laboratoire, l'enseignement d'exploration doit favoriser très largement leur mise en activité à travers une démarche de projet s'appuyant sur des thèmes et des travaux stimulants et innovants. Ces démarches doivent permettre notamment le développement progressif de leur autonomie et l'expression de leur imagination et de leur créativité à travers des activités expérimentales. L'utilisation de l'outil informatique sous ses différents aspects sera privilégiée : tableur-grapheur, acquisition et traitement de données, simulation et communication.

Le projet est défini comme un ensemble cohérent d'activités menées par un groupe d'élèves et se rapportant à un objet, une question, un objectif donné de façon à contribuer à la mise en œuvre des capacités et au renforcement des compétences visées.

Après une phase de découverte de la méthodologie d'analyse et de résolution de problèmes à travers quelques études de cas, les élèves sont amenés à l'appliquer dans le cadre de projets. Les études de cas et les projets sont choisis en référence à des thèmes du programme.

Thèmes

Des pistes d'exploration sont proposées dans chacun des sept thèmes du programme. Elles sont illustrées par des mots clefs qui seront associés à des grandeurs physico-chimiques mesurables, permettant d'entrer dans des problématiques possibles. Le professeur choisit trois thèmes parmi les sept proposés de façon à explorer des domaines variés. Toutefois, pour des raisons locales (partenariats, spécificités de l'établissement,...), il est envisageable de choisir un thème libre.

Il est nécessaire d'articuler les connaissances à mobiliser avec celles construites au collège et dans le tronc commun. Au besoin, des connaissances pourront être introduites, tout en limitant leur volume et leur complexité.

Conformément à l'esprit des enseignements d'exploration, aucune connaissance introduite lors de ces enseignements ne sera exigible pour une orientation en classe de première, quelle que soit la voie ou la série choisie.

Evaluation

L'élève doit prendre conscience de ses aptitudes à résoudre des problèmes en évoluant dans un contexte expérimental grâce à une évaluation, essentiellement formative, qui l'aide à préciser son projet d'orientation. Le professeur lui fournit les éléments nécessaires et l'accompagne dans son autoévaluation.

Thèmes	Pistes d'exploration envisageables
Géosphère	<p>Physique du globe</p> <p><i>Mots clefs :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gravitation, gravimétrie. • Géomagnétisme. • Géothermie. • Sismologie. <p>Cours d'eau et océans</p> <p><i>Mots clefs :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Courants marins. • Fleuves et rivières.

	<p>Le monde minéral Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minerais et métaux. • Cristaux, concrétions.
<p>Atmosphère terrestre</p>	<p>L'air Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'air, pollution. • Mirages. <p>Rayonnement solaire Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arcs-en-ciel. • Effet de serre. • Protection solaire. <p>Météorologie Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phénomènes atmosphériques, pluie, neige, halos, cyclones. • Prévisions météorologiques. <p>L'eau et l'air : couplage atmosphère / géosphère Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cycle de l'eau. • Échanges gazeux océan / atmosphère. • Échanges énergétiques océan / atmosphère.
<p>Utilisations des ressources de la nature</p>	<p>L'eau Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau, traitements de l'eau. • Désalinisation. <p>Aliments Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produits laitiers. • Boissons alcoolisées. • Jus de fruit. • Sels minéraux, oligo-éléments. <p>Transformations culinaires Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuisson, émulsion, fermentation.

- Additifs, conservateurs, colorants alimentaires, arômes.
- Succédanés.

Les agro-ressources, production et utilisation***Mots clefs :***

- Extraction de substances naturelles.
- Alimentation, sucres, huiles, protéines végétales.
- Principes actifs, hémi-synthèse, médicaments.
- Parfums et huiles essentielles.
- Produits phyto-sanitaires, colorants.
- Agro-carburants, biopolymères.

<p>Modes de vie</p>	<p>L'habitat Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habitat passif, habitat bioclimatique, habitat actif. • Chauffage et climatisation. • Éclairage. • Acoustique, isolation phonique. • Maison « intelligente », domotique. <p>Les Arts Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Musique, acoustique. • Peintures, pigments. • Vieillessement des œuvres d'art, restauration, conservation. • Cinéma, photographie. • Techniques d'impression. <p>Transports et société Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propulsion, freinage. • Sources d'énergie embarquées. • Sécurité, ABS, airbag, détecteur de pluie.
<p>Prévention des pollutions et des risques</p>	<p>Déchets domestiques et industriels : tri-traitement- recyclage-valorisation Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Techniques de séparation. • Compostage. • Traitement des effluents. <p>Prévention du risque chimique et biologique Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Techniques d'asepsie. • Filtres, charbon actif, dépoussiéreur. • Produits domestiques et risques. <p>Chimie et environnement Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composés organiques volatils. • Solvants verts. • Biomolécules.
<p>Enjeux énergétiques contemporains</p>	<p>Stockage de l'énergie</p>

	<p>Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none">• Pile, accumulateur, super condensateur.• Volant d'inertie, ressort, air comprimé.• Inertie thermique, matériaux à changement de phase.• Biomasse. <p>Énergies renouvelables</p> <p>Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none">• Énergie solaire, photopiles, four et chauffe-eau solaires.• Énergie éolienne et hydraulique. <p>Transport et conversion de l'énergie</p> <p>Mots clefs:</p> <ul style="list-style-type: none">• Production d'électricité.• Transport d'électricité.• Chargeurs d'accumulateur.• Moteurs.
Informations et communications	<p>Prélever des informations</p> <p>Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none">• Appareils photographiques, caméscope. Microphones.• Capteurs. <p>Traiter des informations</p> <p>Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none">• Numérisation.• Bruits.• Compression. <p>Transmettre des informations</p> <p>Mots clefs :</p> <ul style="list-style-type: none">• Transmission par ondes, par courants porteurs.• Câbles, antennes et paraboles.

**PHYSIQUE - CHIMIE EN CLASSE DE SECONDE
GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE**

PROGRAMME DE PHYSIQUE - CHIMIE EN CLASSE DE SECONDE GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE

Préambule

Objectifs

La culture scientifique et technique acquise au collège doit permettre à l'élève d'avoir une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit, dans son unité et sa diversité, qu'il s'agisse de la nature ou du monde construit par l'Homme. L'enseignement des sciences physiques et chimiques en seconde prolonge cette ambition en donnant à l'élève cette culture scientifique et citoyenne indispensable à une époque où l'activité scientifique et le développement technologique imprègnent notre vie quotidienne et les choix de société. Le citoyen doit pouvoir se forger son opinion sur des questions essentielles, comme celles touchant à l'humanité et au devenir de la planète. Cela n'est possible que s'il a pu bénéficier d'une formation de base suffisante pour avoir une analyse critique des problèmes posés et des solutions proposées. La science s'avère un instrument privilégié de cette formation parce qu'elle est école de structuration de l'esprit, susceptible d'aider durablement les élèves à observer, réfléchir, raisonner.

Par ailleurs, il importe de considérer la diversité des formes d'intelligence et de sensibilité comme voies d'accès à la réussite de tous les élèves. Plutôt que de privilégier une réussite fondée sur des considérations virtuelles et formelles, dans le seul domaine de la pensée, l'atout des sciences expérimentales comme la physique et la chimie est de s'appuyer sur l'observation, le concret et le « faire ensemble ». La réussite par le travail en équipe doit pouvoir faire pièce à l'échec individuel. Les sciences sont aussi, aux côtés des humanités et des arts, un lieu de rencontre avec les constructions les plus élevées de l'esprit humain, qui donnent accès à la beauté des lois de la nature en mobilisant les multiples ressources de l'imagination. Elles doivent donc trouver naturellement leur place dans la mise en valeur des qualités individuelles propres de chaque élève, afin de l'aider à découvrir ses talents et à s'accomplir.

Enfin, sans préjuger des choix finals des élèves en matière d'orientation, il s'agit de les aider dans la construction de leur parcours personnel. Il n'est pas indifférent à cet égard de rappeler le déficit de notre pays en vocations scientifiques. Donner aux jeunes le goût des sciences, en particulier aux filles, et faire découvrir les formations et les métiers liés aux sciences pour les éclairer dans leur démarche d'orientation, s'avèrent être ainsi des priorités de l'enseignement de la physique et de la chimie en classe de seconde.

Modalités

Tout en s'inscrivant dans la continuité des acquis du collège et du socle commun de connaissances et de compétences, l'enseignement de la physique et de la chimie donne une place plus importante aux lois et aux modèles qui permettent de décrire et de prévoir le comportement de la nature. Pour cela, il permet la construction progressive et la mobilisation du corpus de connaissances scientifiques de base, en développant des **compétences** — soulignées dans le texte ci-dessous — apportées par une initiation aux pratiques et méthodes des sciences expérimentales et à leur genèse : la démarche scientifique, l'approche expérimentale, la mise en perspective historique, pour lesquelles sont convoquées la coopération interdisciplinaire, l'usage des TIC et l'entrée thématique.

La démarche scientifique

La science est un mode de pensée qui s'attache à comprendre et décrire la réalité du monde à l'aide de lois toujours plus universelles et efficaces, par allers et retours inductifs et déductifs entre modélisation théorique et vérification expérimentale. Contrairement à la pensée dogmatique, la science n'est pas faite de vérités révélées intangibles, mais de questionnements, de recherches et de réponses qui évoluent et s'enrichissent avec le temps. Initier l'élève à la démarche scientifique c'est lui permettre d'acquérir des **compétences** qui le rendent capable de mettre en œuvre un raisonnement pour identifier un problème, formuler des hypothèses, les confronter aux constats expérimentaux et exercer son esprit critique.

Il doit pour cela pouvoir mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile, afin de poser les hypothèses pertinentes. Il lui faut également raisonner, argumenter, démontrer et travailler en équipe. En devant présenter la démarche suivie et les résultats obtenus, l'élève est amené à une activité de communication écrite et orale susceptible de le faire progresser dans la maîtrise des compétences langagières.

Dans la continuité du collège, la démarche d'investigation s'inscrit dans cette logique pédagogique.

L'approche expérimentale

Associée à un questionnement, l'approche expérimentale contribue à la formation de l'esprit et à l'acquisition, évaluée par le professeur, de compétences spécifiques. L'activité expérimentale offre la possibilité à l'élève de répondre à une situation-problème par la mise au point d'un protocole, sa réalisation, la possibilité de confrontation entre théorie et expérience, l'exploitation des résultats. Elle lui permet de confronter ses représentations avec la réalité. Elle développe l'esprit d'initiative, la curiosité et le sens critique. Elle est indissociable d'une pratique pédagogique dans des conditions indispensables à une expérimentation authentique et sûre.

Ainsi, l'élève doit pouvoir élaborer et mettre en œuvre un protocole comportant des expériences afin de vérifier ses hypothèses, faire les schématisations et les observations correspondantes, réaliser et analyser les mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée. Connaître les conditions de validité d'un modèle permet à l'élève d'en déterminer les exploitations possibles et de le réinvestir.

L'apprentissage de la rigueur et de la plus grande exactitude est au cœur de l'enseignement de la physique et de la chimie. Cet enseignement pose les bases de comportements sociétaux responsables qui fondent la possibilité du vivre ensemble. En effet, la règle de droit peut être amenée à s'appuyer sur des normes quantitatives communes.

La mise en perspective historique

La science a été élaborée par des hommes et des femmes, vivant dans un contexte temporel, géographique et sociétal donné. En remettant en cause les conceptions du monde et la place de l'Homme, son progrès s'est souvent heurté aux conservatismes, aux traditions, aux arguments d'autorité, aux obscurantismes de toutes sortes. En ce sens, faire connaître à l'élève l'histoire de la construction de la connaissance scientifique est source d'inspiration pour la liberté intellectuelle, l'esprit critique et la volonté de persévérer. Elle est également une école d'humilité et de patience dans la mesure où cette histoire s'est accompagnée d'un impressionnant cortège d'hypothèses fausses, de notions erronées autant que de controverses passionnées.

L'approche historique montre que la science moderne, qui transcende les différences culturelles, est universelle et qu'elle est désormais le bien de l'humanité tout entière.

Le lien avec les autres disciplines

De même que l'étude efficiente et contextualisée du réel nécessite les apports croisés des différents domaines concernés de la connaissance, les grands défis auxquels nos sociétés sont confrontées exigent une approche scientifique et culturelle globale. Il convient donc de rechercher les liens entre les sciences physiques et chimiques avec les autres disciplines, à commencer par les sciences de la vie et de la Terre, les mathématiques et la technologie, mais aussi les disciplines non scientifiques.

Les sciences physiques et chimiques apportent leur contribution à l'enseignement de l'histoire des arts en soulignant les relations entre l'art, la science et la technique, notamment dans les rapports de l'art avec l'innovation et la démarche scientifique, ou dans le discours tenu par l'art sur les sciences et les techniques.

La coopération interdisciplinaire amène un nouveau rapport pédagogique à la connaissance, qui peut permettre ultérieurement à chacun d'agir de façon éclairée dans sa vie courante ou l'exercice de sa profession.

L'usage adapté des TIC

L'activité expérimentale des sciences physiques et chimiques s'appuie avec profit sur les technologies de l'information et de la communication : expérimentation assistée par ordinateurs, saisie et traitement des mesures. La simulation est l'une des modalités de pratique de la démarche scientifique susceptible d'être mobilisée par le professeur.

La recherche documentaire, le recueil des informations, la connaissance de l'actualité scientifique requièrent notamment l'exploration pertinente des ressources d'Internet.

L'usage de caméras numériques, de dispositifs de projection, de tableaux interactifs et de logiciels généralistes ou spécialisés doit être encouragé.

Les travaux pédagogiques et les réalisations d'élèves gagneront à s'insérer dans le cadre d'un environnement numérique de travail (ENT), au cours ou en dehors des séances.

Il faudra toutefois veiller à ce que l'usage des TIC comme auxiliaire de l'activité didactique ne se substitue pas à une activité expérimentale directe et authentique.

L'entrée thématique de l'enseignement

La prise en compte de la diversité des publics accueillis en classe de seconde nécessite une adaptation des démarches et des progressions. La présentation des programmes sous forme de thèmes a été retenue pour répondre à cette nécessité car elle offre au professeur une plus grande liberté pédagogique qu'une présentation classique pour aborder les notions de chimie et de physique.

L'approche thématique permet aussi de développer l'intérêt pour les sciences en donnant du sens aux contenus enseignés en explorant des domaines très divers, tout en gardant un fil conducteur qui assure une cohérence à l'ensemble des notions introduites. L'enseignement thématique se prête particulièrement bien à la réalisation de projets d'élèves, individualisés ou en groupes. Ces projets placent les élèves en situation d'activité intellectuelle, facilitent l'acquisition de compétences et le conduisent à devenir autonome.

Trois thèmes relatifs à la santé, la pratique sportive, et à l'Univers constituent le programme. Ils permettent à la discipline d'aborder et d'illustrer de façon contextualisée, à partir de problématiques d'ordre sociétal ou naturel, des contenus et méthodes qui lui sont spécifiques. Le thème santé traite des bases du diagnostic médical et de la constitution des médicaments. Celui de la pratique du sport introduit l'étude du mouvement, les besoins et réponses de l'organisme, le concept de pression, les matériaux et molécules intervenant dans le sport. Le thème de l'Univers, des grandes structures cosmiques à la structure de la matière, en passant par les étoiles, planètes et le système solaire, permet de présenter une unité structurale fondée sur l'universalité des lois et des éléments.

Ces trois thèmes doivent être traités par le professeur qui peut choisir l'ordre de leur présentation en veillant à une introduction progressive des difficultés et des exigences, notamment au niveau des outils mathématiques.

Certaines notions sont présentes dans plusieurs thèmes, voire plusieurs fois dans un même thème ; le professeur peut ainsi les aborder sous des angles différents, les compléter ou bien ne pas y revenir s'il considère qu'elles sont acquises. La seule contrainte est qu'en fin d'année scolaire l'enseignement dispensé au travers des trois thèmes ait couvert l'ensemble des notions et contenus.

Les thèmes sont présentés en deux colonnes intitulées :

- NOTIONS ET CONTENUS : il s'agit des concepts à étudier ;
- COMPETENCES ATTENDUES : il s'agit de connaissances à mobiliser, de capacités à mettre en œuvre et d'attitudes à acquérir et dont la maîtrise est attendue en fin d'année scolaire. Lorsqu'elles sont écrites en italique, ces compétences sont de nature expérimentale.

LA SANTÉ

Les citoyens doivent acquérir une culture scientifique de façon à procéder à des choix raisonnés en matière de santé. L'objectif de ce thème est de montrer et d'expliquer le rôle des sciences physiques et chimiques dans les domaines du diagnostic médical et des médicaments.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES ATTENDUES
<p>Le diagnostic médical : l'analyse de signaux périodiques, l'utilisation de l'imagerie et des analyses médicales permettent d'établir un diagnostic. Des exemples seront pris dans le domaine de la santé (électrocardiogramme, électroencéphalogramme, radiographie, échographie, fibroscopie, ...). L'observation de résultats d'analyses médicales permet d'introduire les notions de concentration et d'espèces chimiques ainsi que des considérations sur la constitution et la structure de la matière.</p>	
<p>Signaux périodiques : période, fréquence, tension maximale, tension minimale.</p>	<p>Connaître et utiliser les définitions de la période et de la fréquence d'un phénomène périodique. <i>Identifier le caractère périodique d'un signal sur une durée donnée.</i> <i>Déterminer les caractéristiques d'un signal périodique.</i></p>
<p>Ondes sonores, ondes électromagnétiques. Domaines de fréquences.</p> <p>Propagation rectiligne de la lumière. Vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air.</p> <p>Réfraction et réflexion totale.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations concernant la nature des ondes et leurs fréquences en fonction de l'application médicale. Connaître une valeur approchée de la vitesse du son dans l'air.</p> <p>Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air).</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale sur la réfraction et la réflexion totale.</i> <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour comprendre le principe de méthodes d'exploration et l'influence des propriétés des milieux de propagation.</i></p>
<p>Espèces chimiques, corps purs et mélanges.</p> <p>Un modèle de l'atome. Noyau (protons et neutrons), électrons. Nombre de charges et numéro atomique Z. Nombre de nucléons A. Charge électrique élémentaire, charges des constituants de l'atome. Électroneutralité de l'atome.</p> <p>Éléments chimiques. Isotopes, ions monoatomiques. Caractérisation de l'élément par son numéro atomique et son symbole.</p> <p>Répartition des électrons en différentes couches, appelées K, L, M. Répartition des électrons pour les éléments de numéro atomique compris entre 1 et 18.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations concernant la nature des espèces chimiques citées dans des contextes variés.</p> <p>Connaître la constitution d'un atome et de son noyau. Connaître et utiliser le symbole A_ZX. Savoir que l'atome est électriquement neutre. Connaître le symbole de quelques éléments.</p> <p>Savoir que le numéro atomique caractérise l'élément. <i>Mettre en œuvre un protocole pour identifier des ions.</i></p> <p>Dénombrer les électrons de la couche externe.</p>

<p>Les règles du « duet » et de l'octet. Application aux ions monoatomiques usuels.</p> <p>Formules et modèles moléculaires. Formules développées et semi-développées. Isomérisie.</p> <p>Classification périodique des éléments. Démarche de Mendeleïev pour établir sa classification. Critères actuels de la classification : numéro atomique et nombre d'électrons de la couche externe. Familles chimiques.</p>	<p>Connaître et appliquer les règles du « duet » et de l'octet pour rendre compte des charges des ions monoatomiques usuels.</p> <p>Représenter des formules développées et semi-développées correspondant à des modèles moléculaires. Savoir qu'à une formule brute peuvent correspondre plusieurs formules semi-développées. <i>Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de représentation.</i></p> <p><i>Localiser, dans la classification périodique, les familles des alcalins, des halogènes et des gaz nobles.</i> Utiliser la classification périodique pour retrouver la charge des ions monoatomiques.</p>
<p>Solution : solvant, soluté, dissolution d'une espèce moléculaire ou ionique. Analyses médicales ; concentrations massique et molaire d'une espèce en solution non saturée. La quantité de matière. Son unité : la mole. Constante d'Avogadro, N_A. Masses molaires atomique et moléculaire : M ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$).</p>	<p>Savoir qu'une solution contient des molécules ou des ions. Savoir que la concentration d'une solution en espèce dissoute peut s'exprimer en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ou en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Connaître et exploiter l'expression des concentrations massique et molaire d'une espèce moléculaire ou ionique dissoute. Calculer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce (échelle de teintes, méthode par comparaison).</i></p>
<p>Les médicaments : un médicament générique et un médicament « princeps » contiennent un même principe actif mais se différencient par leur formulation.</p>	
<p>Principe actif, excipient, formulation.</p> <p>Espèces chimiques naturelles et synthétiques. Groupes caractéristiques.</p>	<p>Analyser la formulation d'un médicament. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour montrer qu'une espèce active interagit avec le milieu dans lequel elle se trouve (nature du solvant, pH).</i></p> <p>Comprendre le rôle de la chimie de synthèse. Repérer la présence d'un groupe caractéristique dans une formule développée.</p>
<p>Solution : solvant, soluté, dissolution d'une espèce moléculaire ou ionique.</p> <p>Concentrations massique et molaire d'une espèce en solution non saturée. Dilution d'une solution.</p>	<p>Savoir qu'une solution peut contenir des molécules ou des ions.</p> <p>Connaître et exploiter l'expression des concentrations massique et molaire d'une espèce moléculaire ou ionique dissoute. <i>Prélever une quantité de matière d'une espèce chimique donnée.</i> <i>Élaborer ou mettre en œuvre un protocole de dissolution, de dilution.</i> <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce (échelle de teintes, méthode par comparaison).</i></p>

<p>Extraction, séparation et identification d'espèces chimiques. Aspect historique et techniques expérimentales. Caractéristiques physiques d'une espèce chimique : aspect, température de fusion, température d'ébullition, solubilité, densité, masse volumique. Chromatographie sur couche mince.</p>	<p>Interpréter les informations provenant d'étiquettes et de divers documents. <i>Élaborer et mettre en œuvre un protocole d'extraction à partir d'informations sur les propriétés physiques des espèces chimiques recherchées.</i> <i>Utiliser une ampoule à décanter, un dispositif de filtration, un appareil de chauffage dans les conditions de sécurité.</i> <i>Réaliser et interpréter une chromatographie sur couche mince (mélanges colorés et incolores).</i></p>
<p>Synthèse d'une espèce chimique. Densité, masse volumique.</p>	<p>Déterminer la masse d'un échantillon à partir de sa densité, de sa masse volumique. Déterminer une quantité de matière connaissant la masse d'un solide ou le volume d'un liquide. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour réaliser la synthèse d'une molécule et son identification.</i></p>
<p>Système chimique. Réaction chimique. Écriture symbolique de la réaction chimique : équation de la réaction chimique.</p>	<p>Décrire un système chimique et son évolution. Écrire l'équation de la réaction chimique avec les nombres stœchiométriques corrects. <i>Étudier l'évolution d'un système chimique par la caractérisation expérimentale des espèces chimiques présentes à l'état initial et à l'état final.</i></p>

LA PRATIQUE DU SPORT

La pratique du sport est fortement répandue dans nos sociétés, dans les loisirs ou en compétition.

L'objectif premier de ce thème est de montrer concrètement que l'analyse de l'activité sportive est possible en ayant recours à des connaissances et à des méthodes scientifiques. Leur prise en compte dans une approche pluridisciplinaire permet d'améliorer la pratique sportive et de l'adapter de façon raisonnée à la recherche d'un bon état de santé.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES ATTENDUES
<p>L'étude du mouvement : l'observation, l'analyse de mouvements et le chronométrage constituent une aide à l'activité sportive. Des lois de la physique permettent d'appréhender la nature des mouvements effectués dans ce cadre.</p>	
<p>Relativité du mouvement. Référentiel. Trajectoire. Mesure d'une durée ; chronométrage.</p>	<p>Comprendre que la nature du mouvement observé dépend du référentiel choisi. <i>Réaliser et exploiter des enregistrements vidéo pour analyser des mouvements.</i> Porter un regard critique sur un protocole de mesure d'une durée en fonction de la précision attendue</p>
<p>Actions mécaniques, modélisation par une force. Effets d'une force sur le mouvement d'un corps : modification de la vitesse, modification de la trajectoire. Rôle de la masse du corps. Principe d'inertie.</p>	<p>Savoir qu'une force s'exerçant sur un corps modifie la valeur de sa vitesse et/ou la direction de son mouvement et que cette modification dépend de la masse du corps. Utiliser le principe d'inertie pour interpréter des mouvements simples en termes de forces. <i>Réaliser et exploiter des enregistrements vidéo pour analyser des mouvements.</i></p>
<p>Les besoins et les réponses de l'organisme lors d'une pratique sportive : lors d'une activité physique, des transformations chimiques et physiques se produisent et s'accompagnent d'effets thermiques. Les apports alimentaires constitués d'espèces ioniques ou moléculaires permettent de compenser les pertes dues au métabolisme et à l'effort.</p>	
<p>Solution : solvant, soluté, dissolution d'une espèce moléculaire ou ionique. Concentrations massique et molaire d'une espèce en solution non saturée. La quantité de matière. Son unité : la mole. Constante d'Avogadro, N_A. Masses molaires atomique et moléculaire : M ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$). Dilution d'une solution.</p>	<p>Savoir qu'une solution peut contenir des molécules ou des ions. Savoir que la concentration d'une solution en espèce dissoute peut s'exprimer en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ou en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Connaître et exploiter l'expression de la concentration massique ou molaire d'une espèce moléculaire ou ionique dissoute. Calculer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques. Déterminer une quantité de matière connaissant la masse d'un solide. <i>Prélever une quantité de matière d'une espèce chimique donnée.</i> <i>Préparer une solution de concentration donnée par dissolution ou par dilution.</i> <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce (échelle de teintes, méthode par comparaison).</i></p>
<p>Système chimique. Réaction chimique. Écriture symbolique de la réaction chimique : équation de la réaction chimique.</p>	<p>Décrire un système chimique et son évolution. Écrire l'équation de la réaction chimique avec les nombres stœchiométriques corrects. Exemple d'une combustion. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence l'effet thermique d'une transformation chimique ou physique.</i></p>

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES ATTENDUES
<p>La pression : la pression est une grandeur physique qui permet de comprendre l'influence de l'altitude sur les performances sportives et les effets physiologiques ressentis en plongée subaquatique.</p>	
<p>Pression d'un gaz, pression dans un liquide. Force pressante exercée sur une surface, perpendiculairement à cette surface.</p> <p>Pression dans un liquide au repos, influence de la profondeur.</p> <p>Dissolution d'un gaz dans un liquide. Loi de Boyle-Mariotte, un modèle de comportement de gaz, ses limites.</p>	<p>Savoir que dans les liquides et dans les gaz la matière est constituée de molécules en mouvement. Utiliser la relation $P = F/S$, F étant la force pressante exercée sur une surface S, perpendiculairement à cette surface.</p> <p>Savoir que la différence de pression entre deux points d'un liquide dépend de la différence de profondeur. Savoir que la quantité maximale de gaz dissous dans un volume donné de liquide augmente avec la pression. Savoir que, à pression et température données, un nombre donné de molécules occupe un volume indépendant de la nature du gaz. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures.</i></p>
<p>Les matériaux et les molécules dans le sport : la chimie permet d'améliorer le confort de la pratique et les performances par l'élaboration de nouveaux matériaux. Elle permet aussi de soigner et de procéder à des analyses de plus en plus précises pour lutter contre le dopage.</p>	
<p>Matériaux naturels et synthétiques.</p> <p>Molécules simples ou complexes : structures et groupes caractéristiques. Formules et modèles moléculaires.</p> <p>Formules développées et semi-développées. Isomérie.</p>	<p>Savoir que certains matériaux proviennent de la nature et d'autres de la chimie de synthèse.</p> <p>Repérer la présence d'un groupe caractéristique dans une formule développée. Représenter des formules développées et semi-développées correspondant à des modèles moléculaires. Savoir qu'à une formule brute peuvent correspondre plusieurs formules semi-développées. <i>Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de représentation.</i></p>
<p>Extraction, séparation et identification d'espèces chimiques. Aspect historique et techniques expérimentales. Caractéristiques physiques d'une espèce chimique : aspect, température de fusion, température d'ébullition, solubilité, densité, masse volumique.</p> <p>Chromatographie sur couche mince.</p>	<p>Interpréter les informations provenant d'étiquettes et de divers documents. <i>Élaborer ou mettre en œuvre un protocole d'extraction à partir d'informations sur les propriétés physiques des espèces chimiques recherchées.</i> <i>Utiliser une ampoule à décanter, un dispositif de filtration, un appareil de chauffage dans les conditions de sécurité.</i> <i>Réaliser et interpréter une chromatographie sur couche mince (mélanges colorés et incolores).</i> <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce (échelle de teintes, méthode par comparaison).</i></p>

L'UNIVERS

L'Homme a de tout temps observé les astres afin de se situer dans l'Univers. L'analyse de la lumière émise par les étoiles lui a permis d'en connaître la composition ainsi que celle de leur atmosphère et de la matière interstellaire. L'étude du mouvement des planètes autour du Soleil l'a conduit à la loi de gravitation universelle. Il apparaît ainsi que le monde matériel présente une unité structurale fondée sur l'universalité des atomes et des lois.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPÉTENCES ATTENDUES
<p>Une première présentation de l'Univers : le remplissage de l'espace par la matière est essentiellement lacunaire aussi bien au niveau de l'atome qu'à l'échelle cosmique. Les dimensions de l'Univers sont telles que la distance parcourue par la lumière en une année est l'unité adaptée à leur mesure.</p>	
<p>Description de l'Univers : l'atome, la Terre, le système solaire, la Galaxie, les autres galaxies, exoplanètes et systèmes planétaires extrasolaires.</p> <p>Propagation rectiligne de la lumière. Vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air. L'année de lumière.</p>	<p>Savoir que le remplissage de l'espace par la matière est essentiellement lacunaire, aussi bien au niveau de l'atome qu'à l'échelle cosmique.</p> <p>Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air). Connaître la définition de l'année de lumière et son intérêt. Expliquer l'expression : « voir loin, c'est voir dans le passé ». Utiliser les puissances de 10 dans l'évaluation des ordres de grandeur.</p>
<p>Les étoiles : l'analyse de la lumière provenant des étoiles donne des informations sur leur température et leur composition. Cette analyse nécessite l'utilisation de systèmes dispersifs.</p>	
<p>Les spectres d'émission et d'absorption : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies. Raies d'émission ou d'absorption d'un atome ou d'un ion. Caractérisation d'une radiation par sa longueur d'onde.</p> <p>Dispersion de la lumière blanche par un prisme. Réfraction. Lois de Snell-Descartes.</p>	<p>Savoir qu'un corps chaud émet un rayonnement continu, dont les propriétés dépendent de la température.</p> <p>Repérer, par sa longueur d'onde dans un spectre d'émission ou d'absorption une radiation caractéristique d'une entité chimique. <i>Utiliser un système dispersif pour visualiser des spectres d'émission et d'absorption et comparer ces spectres à celui de la lumière blanche.</i> Savoir que la longueur d'onde caractérise dans l'air et dans le vide une radiation monochromatique. Interpréter le spectre de la lumière émise par une étoile : température de surface et entités chimiques présentes dans l'atmosphère de l'étoile. Connaître la composition chimique du Soleil.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour établir un modèle à partir d'une série de mesures et pour déterminer l'indice de réfraction d'un milieu.</i> Interpréter qualitativement la dispersion de la lumière blanche par un prisme.</p>

<p>Les éléments chimiques présents dans l'Univers : au sein des étoiles se forment des éléments chimiques qui font partie des constituants de l'Univers. La matière qui nous entoure présente une unité structurale fondée sur l'universalité des éléments chimiques.</p>	
<p>Un modèle de l'atome. Noyau (protons et neutrons), électrons. Nombre de charges et numéro atomique Z. Nombre de nucléons A. Charge électrique élémentaire, charges des constituants de l'atome. Électroneutralité de l'atome. Masse des constituants de l'atome ; masse approchée d'un atome et de son noyau. Dimension : ordre de grandeur du rapport des dimensions respectives de l'atome et de son noyau.</p> <p>Éléments chimiques. Isotopes, ions monoatomiques. Caractérisation de l'élément par son numéro atomique et son symbole.</p> <p>Répartition des électrons en différentes couches, appelées K, L, M. Répartition des électrons pour les éléments de numéro atomique compris entre 1 et 18.</p> <p>Les règles du « duet » et de l'octet. Application aux ions monoatomiques usuels.</p> <p>Classification périodique des éléments. Démarche de Mendeleïev pour établir sa classification. Critères actuels de la classification : numéro atomique et nombre d'électrons de la couche externe.</p>	<p>Connaître la constitution d'un atome et de son noyau. Connaître et utiliser le symbole A_ZX.</p> <p>Savoir que l'atome est électriquement neutre. Connaître le symbole de quelques éléments.</p> <p>Savoir que la masse de l'atome est pratiquement égale à celle de son noyau.</p> <p>Savoir que le numéro atomique caractérise l'élément. <i>Mettre en œuvre un protocole pour identifier des ions.</i> <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour vérifier la conservation des éléments au cours d'une réaction chimique.</i></p> <p>Dénombrer les électrons de la couche externe.</p> <p>Connaître et appliquer les règles du « duet » et de l'octet pour rendre compte des charges des ions monoatomiques usuels.</p> <p>Utiliser la classification périodique pour retrouver la charge des ions monoatomiques.</p>
<p>Le système solaire : l'attraction universelle (la gravitation universelle) assure la cohésion du système solaire. Les satellites et les sondes permettent l'observation de la Terre et des planètes.</p>	
<p>Relativité du mouvement. Référentiel. Trajectoire.</p>	<p>Comprendre que la nature du mouvement observé dépend du référentiel choisi.</p>
<p>La gravitation universelle. L'interaction gravitationnelle entre deux corps. La pesanteur terrestre.</p>	<p>Calculer la force d'attraction gravitationnelle qui s'exerce entre deux corps à répartition sphérique de masse. Savoir que la pesanteur terrestre résulte de l'attraction terrestre. Comparer le poids d'un même corps sur la Terre et sur la Lune.</p>
<p>Actions mécaniques, modélisation par une force. Effets d'une force sur le mouvement d'un corps : modification de la vitesse, modification de la trajectoire. Rôle de la masse du corps. Principe d'inertie.</p> <p>Observation de la Terre et des planètes.</p>	<p>Savoir qu'une force s'exerçant sur un corps modifie la valeur de sa vitesse et/ou la direction de son mouvement et que cette modification dépend de la masse du corps. Utiliser le principe d'inertie pour interpréter des mouvements simples en termes de forces. <i>Mettre en œuvre une démarche d'expérimentation utilisant des techniques d'enregistrement pour comprendre la nature des mouvements observés dans le système solaire.</i></p> <p>Analyser des documents scientifiques portant sur l'observation du système solaire.</p>

Programmes de l'enseignement de physique-chimie au collège

Programmes du collège

Programmes de l'enseignement de physique-chimie

Introduction commune

I. LA CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE ACQUISE AU COLLÈGE

À l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit. Il doit pouvoir apporter des éléments de réponse simples mais cohérents aux questions : « Comment est constitué le monde dans lequel je vis ? », « Quelle y est ma place ? », « Quelles sont les responsabilités individuelles et collectives ? ».

Toutes les disciplines concourent à l'élaboration de cette représentation, tant par les contenus d'enseignement que par les méthodes mises en oeuvre. Les sciences expérimentales et la technologie permettent de mieux comprendre la nature et le monde construit par et pour l'Homme. Les mathématiques fournissent des outils puissants pour modéliser des phénomènes et anticiper des résultats, en particulier dans le domaine des sciences expérimentales et de la technologie, en permettant l'expression et le développement de nombreux éléments de connaissance. Elles se nourrissent des problèmes posés par la recherche d'une meilleure compréhension du monde ; leur développement est également, pour une très large part, lié à la capacité de l'être humain à explorer des concepts théoriques.

Ces disciplines ont aussi pour objet de permettre à l'élève de comprendre les enjeux sociétaux de la science et de la technologie, ses liens avec les préoccupations de chaque être humain, homme ou femme. Les filles en particulier doivent percevoir qu'elles sont à leur place dans le monde des sciences à l'encontre de certains stéréotypes qui doivent être combattus.

La perspective historique donne une vision cohérente des sciences et des techniques et de leur développement conjoint. Elle permet de présenter les connaissances scientifiques comme une construction humaine progressive et non comme un ensemble de vérités révélées. Elle éclaire par des exemples le caractère réciproque des interactions entre sciences et techniques.

1. Unité et diversité du monde

L'extraordinaire richesse de la nature et la complexité de la technique peuvent être décrites par un petit nombre de lois universelles et de concepts unificateurs.

L'unité du monde est d'abord structurelle : la matière, vivante ou inerte, est un assemblage d'atomes, le plus souvent organisés en molécules. Les propriétés des substances ou des espèces chimiques sont fonction de la nature des molécules qui les composent. Ces dernières peuvent se modifier par un réarrangement des atomes donnant naissance à de nouvelles molécules et ainsi à de nouvelles substances. Une telle transformation dans laquelle la nature des atomes, leur nombre total et la masse totale restent conservés est appelée transformation (ou réaction) chimique.

La matière vivante est constituée d'atomes qui ne sont pas différents dans leur nature de ceux qui constituent la matière inerte. Son architecture fait intervenir un niveau d'organisation qui lui est particulier, celui de la *cellule*, elle-même constituée d'un très grand nombre de molécules et siège de transformations chimiques.

Les êtres vivants possèdent un ensemble de fonctions (nutrition, relation, reproduction) qui leur permettent de vivre et de se développer dans leur milieu.

Les échanges entre l'organisme vivant et le milieu extérieur sont à l'origine de l'approvisionnement des cellules en matière (nutriments et dioxygène permettant la transformation d'énergie et le renouvellement des molécules nécessaires à leur fonctionnement) et du rejet dans le milieu de déchets produits par leur activité.

Il existe aussi une unité de représentation du monde qui se traduit par l'universalité des lois qui régissent les phénomènes naturels : la conservation de la matière, qui se manifeste par la conservation de sa masse totale au cours des transformations qu'elle subit, celle de l'énergie au travers de ses transformations sous diverses formes. Les concepts d'échange de *matière*, d'*énergie* et d'*information* sous-tendent aussi bien la compréhension du fonctionnement des organismes vivants que des objets techniques ou des échanges économiques ; ils sont également la base d'une approche rationnelle des problèmes relatifs à la sécurité et à l'environnement. Ce type d'analyse est particulièrement pertinent pour comprendre les besoins auxquels les objets ou les systèmes techniques répondent ainsi que la constitution et le fonctionnement de ces objets.

C'est au contraire une prodigieuse diversité du monde que met en évidence l'observation quotidienne des paysages, des roches, des espèces vivantes, des individus... Il n'y a là aucune contradiction : ce sont les combinaisons d'un nombre limité d'« espèces atomiques » (éléments chimiques) qui engendrent le nombre considérable d'espèces chimiques présentes dans notre environnement, c'est la combinaison aléatoire des gènes qui rend compte de l'unicité de l'individu ; la reproduction sexuée permet à la fois le maintien et la diversification du patrimoine génétique des êtres vivants.

En tant que tel, l'individu possède les caractères de son espèce (unité de l'espèce) et présente des variations qui lui sont propres (unicité de l'individu). Comme chaque être vivant, il est influencé à la fois par l'expression de son patrimoine génétique et par ses conditions de vie. De plus, ses comportements personnels, notamment ses activités physiques et ses pratiques alimentaires, influent sur la santé, tant au plan individuel que collectif.

2. Percevoir le monde

L'Homme perçoit en permanence, grâce aux organes des sens, des informations de nature physico-chimique provenant de son environnement. Au-delà de la perception directe, l'observation peut être affinée par l'emploi d'instruments, objets techniques qui étendent les possibilités des sens. Elle peut aussi être complétée par l'utilisation d'appareils de mesure et par l'exploitation mathématique des résultats qu'ils fournissent. L'exploitation de séries de mesures, la réflexion sur leur moyenne et leur dispersion, tant dans le domaine des sciences expérimentales que dans celui de la technologie introduisent l'idée de précision de la mesure et conduisent à une première vision statistique du monde.

La démarche expérimentale, au-delà de la simple observation, contribue à une représentation scientifique, donc explicative, du monde.

3. Se représenter le monde

La perception immédiate de l'environnement à l'échelle humaine est complétée par une représentation du monde aux échelles microscopique d'une part et astronomique de l'autre. Les

connaissances acquises en mathématiques permettent de s'appuyer sur des modèles de représentation issus de la géométrie, de manipuler les dimensions correspondantes et de les exprimer dans les unités appropriées.

À l'échelle microscopique, l'ordre de grandeur des dimensions respectives de l'atome et de la cellule est connu.

À l'échelle astronomique, le système solaire est conçu comme un cas particulier de système planétaire et la Terre comme une planète particulière.

À la vision externe de la Terre aux échelles moyennes s'ajoute une représentation interne de notre planète et des matériaux qui la composent, ainsi qu'à un premier degré de compréhension de son activité et de son histoire.

La représentation du monde ne se réduit pas à une description de celui-ci dans l'espace. Elle devient cohérente en y adjoignant celle de son évolution dans le temps. Ici encore, ce sont les outils mis en place dans l'enseignement des mathématiques qui permettent de comparer les échelles de temps appropriées : géologique, historique et humaine et d'étudier divers aspects quantitatifs de cette évolution (graphiques, taux de croissance...).

4. Penser mathématiquement

L'histoire de l'humanité est marquée par sa capacité à élaborer des outils qui lui permettent de mieux comprendre le monde, d'y agir plus efficacement et de s'interroger sur ses propres outils de pensée. À côté du langage, les mathématiques ont été, dès l'origine, l'un des vecteurs principaux de cet effort de conceptualisation. Au terme de la scolarité obligatoire, les élèves doivent avoir acquis les éléments de base d'une pensée mathématique. Celle-ci repose sur un ensemble de connaissances solides et sur des méthodes de résolution de problèmes et des modes de preuves (raisonnement déductif et démonstrations spécifiques).

II LE SOCLE COMMUN DE CONNAISSANCES ET DE COMPETENCES

1. Les mathématiques

Au sein du socle commun, les mathématiques entretiennent des liens étroits avec les autres sciences et la technologie, le langage mathématique permettant de décrire et de modéliser les phénomènes de la nature mais elles s'en distinguent aussi car elles forment une discipline intellectuelle autonome, possédant son identité.

Le rôle de la preuve, établie par le raisonnement, est essentiel et l'on ne saurait se limiter à vérifier sur des exemples la *vérité des faits mathématiques*. L'enseignement des mathématiques conduit à goûter le plaisir de découvrir par soi-même cette vérité, établie rationnellement et non sur un argument d'autorité, et à la respecter. *Faire des mathématiques*, c'est se les approprier par l'imagination, la recherche, le tâtonnement et la résolution de problèmes, dans la rigueur de la logique et le plaisir de la découverte.

Ainsi les mathématiques aident à structurer la pensée et fournissent des modèles et des outils aux autres disciplines scientifiques et à la technologie.

Les nombres sont au début et au cœur de l'activité mathématique. L'acquisition des principes de base de la numération, l'apprentissage des opérations et de leur sens, leur mobilisation pour des mesures et pour la résolution de problèmes sont présents tout au long des apprentissages. Ces apprentissages, qui se font en relation avec la maîtrise de la langue et la découverte des sciences, sont poursuivis tout au long de la scolarité obligatoire avec des degrés croissants de complexité – nombre entiers naturels, nombres décimaux, fractions, nombres relatifs. L'apprentissage des techniques opératoires est évidemment indissociable de l'étude des nombres. Il s'appuie sur la mémorisation des tables, indispensable tant au calcul mental qu'au calcul posé par écrit.

La géométrie doit rester en prise avec le monde sensible qu'elle permet de décrire. Les constructions géométriques, avec leurs instruments traditionnels – règle, équerre, compas, rapporteur –, aussi bien qu'avec un logiciel de géométrie, constituent une étape essentielle à la compréhension des situations géométriques. Mais la géométrie est aussi le domaine de l'argumentation et du raisonnement, elle permet le développement des qualités de logique et de rigueur.

L'organisation et la gestion des données sont indispensables pour comprendre un monde contemporain dans lequel l'information chiffrée est omniprésente, et pour y vivre. Il faut d'abord apprendre à lire et interpréter des tableaux, schémas, diagrammes, à réaliser ce qu'est un événement aléatoire. Puis apprendre à passer d'un mode de représentation à l'autre, à choisir le mode le plus adéquat pour organiser et gérer des données. Émerge ainsi la proportionnalité et les propriétés de linéarité qui lui sont associées. En demandant de s'interroger sur la signification des nombres utilisés, sur l'information apportée par un résumé statistique, sur les risques d'erreur d'interprétation et sur leurs conséquences possibles, y compris dans la vie courante, cette partie des mathématiques contribue à former de jeunes adultes capables de comprendre les enjeux et débats de la société où ils vivent.

Enfin, en tant que discipline d'expression, les mathématiques participent à la *maîtrise de la langue*, tant à l'écrit – rédaction, emploi et construction de figures, de schémas, de graphiques – qu'à l'oral, en particulier par le débat mathématique et la pratique de l'argumentation.

2. Sciences d'observation, d'expérimentation et technologies

Pour connaître et comprendre le monde de la nature et des phénomènes, il s'agit d'observer, avec curiosité et esprit critique, le jeu des effets et des causes, en imaginer puis construire des explications par raisonnement, percevoir la résistance du réel en manipulant et expérimentant, savoir la contourner tout en s'y pliant. Comprendre permet d'agir, si bien que techniques et sciences progressent de concert, développent l'habileté manuelle, le geste technique, le souci de la sécurité, le goût simultané de la prudence et du risque. Peu à peu s'introduit l'interrogation majeure de l'éthique, dont l'éducation commence tôt : qu'est-il juste, ou non, de faire ? Et selon quels critères raisonnés et partageables ? Quelle attitude responsable convient-il d'avoir face au monde vivant, à l'environnement, à la santé de soi et de chacun ?

L'Univers. Au-delà de l'espace familial, les premiers objets qui donnent à pressentir, par observation directe, l'extension et la diversité de l'univers sont la Terre, puis les astres proches (Lune, Soleil), enfin les étoiles. Les mouvements de la Terre, de la Lune, des planètes donnent une première structuration de l'espace et du temps, ils introduisent l'idée qu'un modèle peut fournir une certaine représentation de la réalité. L'observation et l'expérience révèlent progressivement d'autres échelles d'organisation, celles des cellules, des molécules, des ions et des atomes, chaque niveau possédant ses règles d'organisation, et pouvant être également représenté par des modèles. La fréquentation mentale et écrite des ordres de grandeur permet de se représenter l'immensité de l'étendue des durées, des distances et des dimensions.

La Terre. Perçue d'abord par l'environnement immédiat – atmosphère, sol, océans – et par la pesanteur qu'elle exerce – verticalité, poids –, puis par son mouvement, sa complexité se révèle progressivement dans les structures de ses profondeurs et de sa surface, dans ses paysages, son activité interne et superficielle, dans les témoins de son passé. L'étude de ceux-ci révèle, sous une apparence immuable, changements et vulnérabilité. Les couches fluides – océan et atmosphère – sont en interaction permanente avec les roches. Volcans et séismes manifestent une activité d'origine interne. Ces interactions façonnent les paysages et déterminent la diversité des milieux où se déroule l'histoire de la vie. Les milieux

que peuple celle-ci sont divers, toujours associés à la présence et au rôle de l'eau.

Les techniques développées par l'espèce humaine modifient l'environnement et la planète elle-même. La richesse des matériaux terrestres n'est pas inépuisable, cette rareté impliquant de se soucier d'une exploitation raisonnée et soucieuse de l'avenir.

L'observation de la pesanteur, celle des mouvements planétaires, enfin les voyages spatiaux, conduisent à se représenter ce qu'est une force, les mouvements qu'elle peut produire, à l'utiliser, à en reconnaître d'autres modalités – frottement, aimants –, à distinguer enfin entre force et masse.

La matière et les matériaux. L'expérience immédiate – météorologie, objets naturels et techniques – révèle la permanence de la matière, ses changements d'état – gaz, liquide, solide – et la diversité de ses formes. Parmi celles-ci, le vivant tient une place singulière, marquée par un échange constant avec le non-vivant. L'eau et l'air, aux propriétés multiples, sont deux composants majeurs de l'environnement de la vie et de l'Homme, ils conditionnent son existence.

La diversité des formes de la matière, de leurs propriétés mécaniques ou électriques, comme celle des matériaux élaborés par l'homme pour répondre à ses besoins – se nourrir, se vêtir, se loger, se déplacer... –, est grande. Des grandeurs simples, avec leurs unités, en permettent une première caractérisation et conduisent à pratiquer unités et mesures, auxquelles s'appliquent calculs, fractions et règles de proportionnalité. Les réactions entre ces formes offrent une combinatoire innombrable, tantôt immédiatement perceptible et utilisable (respiration, combustion), tantôt complexe (industrie chimique ou agro-alimentaire), précisément fixée par la nature des atomes qui constituent la matière. La conception et la réalisation des objets techniques et des systèmes complexes met à profit les connaissances scientifiques sur la matière : choix des matériaux, obtention des matières premières, optimisation des structures pour réaliser une fonction donnée, maîtrise de l'impact du cycle de vie d'un produit sur l'environnement.

Les sociétés se sont toujours définies par les matériaux qu'elles maîtrisent et les techniques utilisées pour leur assurer une fonction. La maîtrise, y compris économique, des matériaux, les technologies de leur élaboration et transformation sont au cœur du développement de nos sociétés : nouveaux matériaux pour l'automobile permettant d'accroître la sécurité tout en allégeant les véhicules, miniaturisation des circuits électroniques, biomatériaux.

Le vivant. Les manifestations de la vie, le développement des êtres vivants, leur fonctionnement, leur reproduction montrent cette modalité si particulière de la nature. L'adaptation aux milieux que la vie occupe, dans lesquels elle se maintient et se développe, s'accompagne de la diversité des formes du vivant. Pourtant, celle-ci repose sur une profonde unité d'organisation cellulaire et de transmission d'information entre générations successives. Les caractères de celles-ci évoluent dans le temps, selon des déterminants plus ou moins aléatoires, conduisant à des formes de vie possédant une grande complexité.

La compréhension des relations étroites entre les conditions de milieu et les formes de vie, ainsi que la prise de conscience de l'influence de l'Homme sur ces relations, conduisent progressivement à mieux connaître la place de l'Homme dans la nature et prépare la réflexion sur les responsabilités individuelles et collectives dans le domaine de l'environnement, du développement durable et de la gestion de la biodiversité.

L'exploitation et la transformation industrielle des produits issus de matière vivante, animale ou végétale, suscitent des innovations techniques et alimente un secteur économique essentiel.

Interactions et signaux. La lumière est omni-présente dans l'expérience de chacun, depuis son rôle dans la vision jusqu'au maintien de la vie des plantes vertes. Les ombres et la pratique immédiate de la géométrie qu'elles offrent, la perception des couleurs, la diversité des sources – Soleil, combustions, électricité –

qui la produisent permettent d'approcher ce qu'est la lumière, grâce à laquelle énergie et information peuvent se transmettre à distance. D'autres modalités d'interactions à distance couplent les objets matériels entre eux, ainsi que, grâce aux sens, les êtres vivants au monde qui les entoure. Chez ceux-ci, le système nerveux, la communication cellulaire sont constitutifs du fonctionnement même de la vie. Chacune de ces interactions possède une vitesse qui lui est propre.

L'énergie. L'énergie apparaît comme la capacité que possède un système de produire un effet : au-delà de l'usage familier du terme, un circuit électrique simple, la température d'un corps, les mouvements corporels et musculaires, l'alimentation, donnent à percevoir de tels effets, les possibilités de transformation d'une forme d'énergie en une autre, l'existence de réservoirs (ou sources) d'énergie facilement utilisables.

De façon plus élaborée, l'analyse du fonctionnement des organismes vivants et de leurs besoins en énergie, la pratique des circuits électriques et leurs multiples utilisations dans la vie quotidienne, les échanges thermiques sont autant de circonstances où se révèlent la présence de l'énergie et de sa circulation, le rôle de la mesure et des incertitudes qui la caractérisent.

Le rôle essentiel de l'énergie dans le fonctionnement des sociétés requiert d'en préserver les formes aisément utilisables, et d'être familier de ses unités de mesure, comme des ordres de grandeur. Circulation d'énergie et échanges d'information sont étroitement liés, l'économie de celle-là étant dépendante de ceux-ci.

L'Homme. La découverte du fonctionnement du corps humain construit une première représentation de celui-ci, en tant que structure vivante, dotée de mouvements et de fonctions diverses – alimentation, digestion, respiration, reproduction –, capable de relations avec les autres et avec son milieu, requérant respect et hygiène de vie.

L'étude plus approfondie de la transmission de la vie, de la maturation et du fonctionnement des organes qui l'assurent, des aspects génétiques de la reproduction sexuée permet de comprendre à la fois l'unicité de l'espèce humaine et la diversité extrême des individus. Chaque homme résulte de son patrimoine génétique, de son interaction permanente avec son milieu de vie et, tout particulièrement, de ses échanges avec les autres. Saisir le rôle de ces interactions entre individus, à la fois assez semblables pour communiquer et assez différents pour échanger, conduit à mieux se connaître soi-même, à comprendre l'importance de la relation à l'autre et à traduire concrètement des valeurs éthiques partagées.

Comprendre les moyens préventifs ou curatifs mis au point par l'homme introduit à la réflexion sur les responsabilités individuelles et collectives dans le domaine de la santé. Une bonne compréhension de la pensée statistique et de son usage conduit à mieux percevoir le lien entre ce qui relève de l'individu et ce qui relève du grand nombre – alimentation, maladies et leurs causes, vaccination.

Les réalisations techniques. L'invention, l'innovation, la conception, la construction et la mise en oeuvre d'objets et de procédés techniques servent les besoins de l'homme – alimentation, santé, logement, transport, communication. Objets et procédés sont portés par un projet, veillant à leur qualité et leur coût, et utilisant des connaissances élaborées par ou pour la science. Leurs usages, de la vie quotidienne à l'industrie la plus performante, sont innombrables. Façonnant la matière depuis l'échelle de l'humain jusqu'à celle de l'atome, produisant ou utilisant l'électricité, la lumière ou le vivant, la technique fait appel à des modes de conception et de raisonnement qui lui sont propres, car ils sont contraints par le coût, la faisabilité, la disponibilité des ressources. Le fonctionnement des réalisations techniques, leur cycle de production et destruction peuvent modifier l'environnement immédiat, mais aussi le sol, l'atmosphère ou les océans de la planète. La sécurité de leur utilisation, par l'individu comme par la collectivité, requiert vigilance et précautions.

III. LA DEMARCHE D'INVESTIGATION

Dans la continuité de l'école primaire, les programmes du collège privilégient pour les disciplines scientifiques et la technologie une démarche d'investigation. Comme l'indiquent les modalités décrites ci-dessous, cette démarche n'est pas unique. Elle n'est pas non plus exclusive et tous les objets d'étude ne se prêtent pas également à sa mise en œuvre. Une présentation par l'enseignant est parfois nécessaire, mais elle ne doit pas, en général, constituer l'essentiel d'une séance dans le cadre d'une démarche qui privilégie la construction du savoir par l'élève. Il appartient au professeur de déterminer les sujets qui feront l'objet d'un exposé et ceux pour lesquels la mise en œuvre d'une démarche d'investigation est pertinente.

La démarche d'investigation présente des analogies entre son application au domaine des sciences expérimentales et à celui des mathématiques. La spécificité de chacun de ces domaines, liée à leurs objets d'étude respectifs et à leurs méthodes de preuve, conduit cependant à quelques différences dans la réalisation. Une éducation scientifique complète se doit de faire prendre conscience aux élèves à la fois de la proximité de ces démarches (résolution de problèmes, formulation respectivement d'hypothèses explicatives et de conjectures) et des particularités de chacune d'entre elles, notamment en ce qui concerne la validation, par l'expérimentation d'un côté, par la démonstration de l'autre.

Repères pour la mise en œuvre

1. Divers aspects d'une démarche d'investigation

Cette démarche s'appuie sur le questionnement des élèves sur le monde réel (en sciences expérimentales et en technologie) et sur la résolution de problèmes (en mathématiques). Les investigations réalisées avec l'aide du professeur, l'élaboration de réponses et la recherche d'explications ou de justifications débouchent sur l'acquisition de connaissances, de compétences méthodologiques et sur la mise au point de savoir-faire techniques.

Dans le domaine des sciences expérimentales et de la technologie, chaque fois qu'elles sont possibles, matériellement et déontologiquement, l'observation, l'expérimentation ou l'action directe par les élèves sur le réel doivent être privilégiées.

Une séance d'investigation doit être conclue par des activités de synthèse et de structuration organisées par l'enseignant, à partir des travaux effectués par la classe. Celles-ci portent non seulement sur les quelques notions, définitions, résultats et outils de base mis en évidence, que les élèves doivent connaître et peuvent désormais utiliser, mais elles sont aussi l'occasion de dégager et d'explicitier les méthodes que nécessite leur mise en œuvre.

2. Canevas d'une séquence d'investigation

Ce canevas n'a pas la prétention de définir « la » méthode d'enseignement, ni celle de figer de façon exhaustive un déroulement imposé. Une séquence est constituée en général de plusieurs séances relatives à un même sujet d'étude.

Par commodité de présentation, sept moments essentiels ont été identifiés. L'ordre dans lequel ils se succèdent ne constitue pas une trame à adopter de manière linéaire. En fonction des sujets, un aller et retour entre ces moments est tout à fait souhaitable, et le temps consacré à chacun doit être adapté au projet pédagogique de l'enseignant.

Les modes de gestion des regroupements d'élèves, du binôme au groupe-classe selon les activités et les objectifs visés, favorisent l'expression sous toutes ses formes et permettent un accès progressif à l'autonomie.

La spécificité de chaque discipline conduit à penser différemment, dans une démarche d'investigation, le rôle de l'expérience et le choix du problème à résoudre. Le canevas proposé doit donc être aménagé pour chaque discipline.

Le choix d'une situation - problème:

- analyser les savoirs visés et déterminer les objectifs à atteindre ;
- repérer les acquis initiaux des élèves ;
- identifier les conceptions ou les représentations des élèves, ainsi que les difficultés persistantes (analyse d'obstacles cognitifs et d'erreurs) ;
- élaborer un scénario d'enseignement en fonction de l'analyse de ces différents éléments.

L'appropriation du problème par les élèves :

Les élèves proposent des éléments de solution qui permettent de travailler sur leurs conceptions initiales, notamment par confrontation de leurs éventuelles divergences pour favoriser l'appropriation par la classe du problème à résoudre.

L'enseignant guide le travail des élèves et, éventuellement, l'aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le problème à résoudre qui doit être compris par tous. Ce guidage ne doit pas amener à occulter ces conceptions initiales mais au contraire à faire naître le questionnement.

La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles :

- formulation orale ou écrite de conjectures ou d'hypothèses par les élèves (ou les groupes) ;
- élaboration éventuelle d'expériences, destinées à tester ces hypothèses ou conjectures ;
- communication à la classe des conjectures ou des hypothèses et des éventuels protocoles expérimentaux proposés.

L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves :

- moments de débat interne au groupe d'élèves ;
- contrôle de l'isolement des paramètres et de leur variation, description et réalisation de l'expérience (schémas, description écrite) dans le cas des sciences expérimentales, réalisation en technologie ;
- description et exploitation des méthodes et des résultats ; recherche d'éléments de justification et de preuve, confrontation avec les conjectures et les hypothèses formulées précédemment.

L'échange argumenté autour des propositions élaborées :

- communication au sein de la classe des solutions élaborées, des réponses apportées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent ;
- confrontation des propositions, débat autour de leur validité, recherche d'arguments ; en mathématiques, cet échange peut se terminer par le constat qu'il existe plusieurs voies pour parvenir au résultat attendu et par l'élaboration collective de preuves.

L'acquisition et la structuration des connaissances :

- mise en évidence, avec l'aide de l'enseignant, de nouveaux éléments de savoir (notion, technique, méthode) utilisés au cours de la résolution,
- confrontation avec le savoir établi (comme autre forme de recours à la recherche documentaire, recours au manuel), en respectant des niveaux de formulation accessibles aux élèves, donc inspirés des productions auxquelles les groupes sont parvenus ;
- recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des expériences faites et proposition d'expériences complémentaires,
- reformulation écrite par les élèves, avec l'aide du professeur, des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.

La mobilisation des connaissances :

- exercices permettant d'automatiser certaines procédures, de maîtriser les formes d'expression liées aux connaissances travaillées : formes langagières ou symboliques, représentations graphiques... (entraînement), liens ;
- nouveaux problèmes permettant la mise en œuvre des connaissances acquises dans de nouveaux contextes (réinvestissement) ;
- évaluation des connaissances et des compétences méthodologiques.

IV. LA PLACE DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

Les technologies de l'information et de la communication sont présentes dans tous les aspects de la vie quotidienne : une maîtrise suffisante des techniques usuelles est nécessaire à l'insertion sociale et professionnelle.

Les mathématiques, les sciences expérimentales et la technologie contribuent, comme les autres disciplines, à l'acquisition de cette compétence. Elles offrent, avec les outils qui leur sont propres, de nombreuses opportunités de formation aux différents éléments du référentiel du B2i collège, et participent à la validation.

Consolider la maîtrise des fonctions de base d'un environnement informatique, plus particulièrement dans un environnement en réseau, constitue un premier objectif. Ensuite, par une première approche de la réalisation et du traitement de documents numériques, l'élève comprend l'importance du choix du logiciel en fonction de la nature des données saisies ou capturées et de la forme du résultat souhaité (utilisation d'un tableur, expérimentation assistée par ordinateur, numérisation et traitement d'images, exploitation de bases de données, réalisation de comptes-rendus illustrés). Les simulations numériques sont l'occasion d'une réflexion systématique sur les modèles qui les sous-tendent, sur leurs limites, sur la distinction nécessaire entre réel et virtuel ; la simulation d'expériences ne doit cependant pas prendre le pas sur l'expérimentation directe lorsque celle-ci est possible. La recherche de documents en ligne permet, comme dans d'autres matières et en collaboration avec les professeurs documentalistes, de s'interroger sur les critères de classement des moteurs utilisés, sur la validité des sources, d'effectuer une sélection des données pertinentes. Lorsque les situations s'y prêtent, des échanges de messages et de données sont réalisés par l'intermédiaire des réseaux : compilation et traitement statistique de résultats de mesures, transmission des productions au professeur, travail en groupe. Les règles d'identification et de protection, de respect des droits sont systématiquement appliquées, de façon à faire acquérir des comportements responsables.

V. LES THEMES DE CONVERGENCE

Le contenu des thèmes de convergence a été établi conformément aux programmes des disciplines concernées dans lesquels ils sont mentionnés ; ils n'introduisent pas de nouvelles compétences exigibles et ne font pas l'objet d'un enseignement spécifique.

À l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit. L'élaboration de cette représentation passe par l'étude de sujets essentiels pour les individus et la société. L'édification de ces objets de savoirs communs doit permettre aux élèves de percevoir les convergences entre les disciplines et d'analyser, selon une vue d'ensemble, des réalités du monde contemporain.

Pour chaque enseignement disciplinaire, il s'agit de contribuer, de façon coordonnée, à l'appropriation par les élèves de savoirs relatifs à ces différents thèmes, éléments d'une culture partagée. Cette démarche doit en particulier donner plus de cohérence à la formation que reçoivent les élèves dans des domaines tels que la santé, la sécurité et l'environnement qui sont essentiels pour le futur citoyen. Elle vise aussi, à travers des thèmes tels que la météorologie ou l'énergie mais aussi la pensée statistique, à faire prendre conscience de ce que la science est plus que la simple juxtaposition de ses disciplines constitutives et donne accès à une compréhension globale d'un monde complexe notamment au travers des modes de pensée qu'elle met en œuvre.

THÈME 1 : IMPORTANCE DU MODE DE PENSÉE STATISTIQUE DANS LE REGARD SCIENTIFIQUE SUR LE MONDE

L'aléatoire est présent dans de très nombreux domaines de la vie courante, privée et publique : analyse médicale qui confronte les résultats à des valeurs normales, bulletin météorologique qui mentionne des écarts par rapport aux normales saisonnières et dont les prévisions sont accompagnées d'un indice de confiance, contrôle de qualité d'un objet technique, sondage d'opinion...

Or le domaine de l'aléatoire et les démarches d'observations sont intimement liés à la pensée statistique. Il s'avère donc nécessaire, dès le collège, de former les élèves à la pensée statistique dans le regard scientifique qu'ils portent sur le monde, et de doter les élèves d'un langage et de concepts communs pour traiter l'information apportée dans chaque discipline.

Objectifs

Au collège, seule la statistique exploratoire est abordée et l'aspect descriptif constitue l'essentiel de l'apprentissage. Trois types d'outils peuvent être distingués :

- les outils de synthèse des observations : tableaux, effectifs, regroupement en classe, pourcentages, fréquence, effectifs cumulés, fréquences cumulées,
- les outils de représentation : diagrammes à barres, diagrammes circulaires ou semi-circulaires, histogrammes, graphiques divers,
- les outils de caractérisation numériques d'une série statistique : caractéristiques de position (moyenne, médiane), caractéristiques de dispersion (étendue, quartiles).

Contenus

Dans le cadre de l'enseignement des mathématiques, les élèves s'initient aux rudiments de la statistique descriptive : concepts de position et de dispersion, outils de calcul (moyennes, pourcentages...) et de représentation (histogrammes, diagrammes, graphiques) et apprennent le vocabulaire afférent. Ainsi sont mis en place les premiers éléments qui vont permettre aux élèves de réfléchir et de s'exprimer à propos de situations incertaines ou de phénomènes variables, d'intégrer le langage graphique et les données quantitatives au langage usuel et d'apprendre à regarder des données à une plus grande échelle. L'utilisation de tableurs graphes donne la possibilité de traiter de situations réelles, présentant un grand nombre de données et de les étudier, chaque fois que c'est possible, en liaison avec l'enseignement de physique-chimie, de sciences de la vie et de la Terre et de technologie, dont les apports au mode de pensée statistique sont multiples et complémentaires.

Le recueil de données en grand nombre et la variabilité de la mesure sont deux modes d'utilisation des outils de statistique descriptive qui peuvent être particulièrement mis en valeur.

Le recueil de données en grand nombre lors de la réalisation d'expériences et leur traitement

Les élèves sont amenés à récolter des données acquises à partir des manipulations ou des productions effectuées par des binômes ou des groupes ; la globalisation de ces données au niveau d'une classe conduit déjà les élèves à dépasser un premier niveau d'information individuelle.

Mais ces données recueillies à l'échelle de la classe ne suffisent pas pour passer au stade de la généralisation et il est nécessaire de confronter ces résultats à d'autres réalisés en plus grand nombre, pour valider l'hypothèse qui sous-tend l'observation ou l'expérience réalisée.

Tout particulièrement dans le domaine des sciences de la vie, de nombreux objets d'étude favorisent cette forme de mise en œuvre d'un mode de pensée statistique : la répartition des êtres vivants et les caractéristiques du milieu, la durée moyenne des règles et la période moyenne de l'ovulation, les anomalies chromosomiques ... Les résultats statistiques permettent d'élaborer des hypothèses sur une

relation entre deux faits d'observation et d'en tirer une conclusion pour pouvoir effectuer une prévision sur des risques encourus, par exemple en ce qui concerne la santé.

Le problème de la variabilité de la mesure

De nombreuses activités dans les disciplines expérimentales (physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre, technologie), basées sur des mesures, doivent intégrer la notion d'*incertitude* dans l'acte de mesurer et développer l'analyse des séries de mesures. Lors de manipulations, les élèves constatent que certaines grandeurs sont définies avec une certaine imprécision, que d'autres peuvent légèrement varier en fonction de paramètres physiques non maîtrisés. Plusieurs mesures indépendantes d'une même grandeur permettent ainsi la mise en évidence de la *dispersion naturelle des mesures*. Sans pour autant aborder les justifications théoriques réservées au niveau du lycée, il est indispensable de faire constater cette dispersion d'une série de mesures et d'estimer, en règle générale, la grandeur à mesurer par la moyenne de cette série.

THÈME 2 : DÉVELOPPEMENT DURABLE

Depuis son origine, l'espèce humaine manifeste une aptitude inégalée à modifier un environnement compatible, jusqu'à ce jour, avec ses conditions de vie.

La surexploitation des ressources naturelles liée à la croissance économique et démographique a conduit la société civile à prendre conscience de l'urgence d'une solidarité planétaire pour faire face aux grands bouleversements des équilibres naturels. Cette solidarité est indissociable d'un développement durable, c'est-à-dire d'un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs (rapport Brundtland, ONU 1987).

Objectifs

En fin de collège, l'élève doit avoir une vue d'ensemble d'un monde avec lequel l'Homme est en interaction, monde qu'il a profondément transformé. Sans que lui soient dissimulés les problèmes qui restent posés par cette transformation, il doit avoir pris conscience de tout ce que son mode de vie doit aux progrès des sciences et des techniques et de la nécessité de celles-ci pour faire face aux défis du XXI^{ème} siècle.

Il s'agit simplement de croiser les apports disciplinaires afin de parvenir à une compréhension rationnelle tant de préconisations simples (tri des déchets, économie de l'eau...) que des argumentaires de débat public.

Une analyse tant soit peu approfondie des problèmes d'environnement demande à être faite dans une approche systémique : identifier les systèmes en relation et la nature de ces interconnexions ; mais cette étude ne peut être abordée que de manière très élémentaire au niveau du collège.

L'essentiel est de faire comprendre que l'analyse d'une réalité complexe demande de croiser systématiquement les regards, ceux des différentes disciplines mais aussi ceux des partenaires impliqués sur le terrain dans la gestion de l'environnement pour un développement durable. Même s'il est exclu de s'imposer cette méthode de façon exhaustive, la convergence des apports disciplinaires et partenariaux prend ici toute sa dimension.

Contenus

La physique-chimie introduit l'idée de conservation de la matière permet de comprendre qu'une substance rejetée peut être diluée, transformée ou conservée. Les transformations chimiques issues des activités humaines peuvent être la source d'une pollution de l'environnement mais il est également possible de mettre à profit la chimie pour recycler les matériaux et plus généralement pour restaurer l'environnement.

Les sciences de la vie apportent la connaissance des êtres vivants et de leur diversité. L'analyse d'observations de terrain concernant la

répartition des êtres vivants dans un milieu, sensibilise aux conséquences de la modification de facteurs physico-chimiques par l'activité humaine.

Les sciences de la Terre contribuent à la compréhension de la nature et à la connaissance de la localisation des ressources, de leur caractère renouvelable ou non.

Les mathématiques fournissent les outils de traitement et de représentation qui permettent l'analyse de phénomènes complexes. De plus, la prise en compte d'un vaste domaine d'espace et de temps implique la manipulation des ordres de grandeur (en considérant date, durée, vitesse, fréquence, mais aussi masses, surfaces, volumes, dilutions...).

La technologie est indispensable à la compréhension des problèmes d'environnement d'une planète transformée en permanence par les activités de l'homme. De part les sujets abordés (les transports, l'environnement et l'énergie, l'architecture et l'habitat, le choix des matériaux et leur recyclage), la technologie sensibilise les élèves aux grands problèmes de l'environnement et du développement durable.

THÈME 3 : ÉNERGIE

Le terme *énergie* appartient désormais à la vie courante.

Quelles ressources énergétiques pour demain ? Quelle place aux énergies fossiles, à l'énergie nucléaire, aux énergies renouvelables ? Comment transporter l'énergie ? Comment la convertir ? Il s'agit de grands enjeux de société qui impliquent une nécessaire formation du citoyen pour participer à une réflexion légitime. Une approche planétaire s'impose désormais en intégrant le devenir de la Terre.

Objectifs

Au collège, il est possible de proposer une approche qualitative du concept d'énergie : l'énergie possédée par un système est une grandeur qui caractérise son aptitude à produire des actions.

Les concepts de source d'énergie et de conversion de l'énergie sont indispensables aussi bien à la compréhension du fonctionnement des organismes vivants qu'à l'analyse des objets techniques ou des structures économiques. Ils sont également la base d'une approche rationnelle des problèmes relatifs à la sécurité, à l'environnement et au progrès socio-économique, dans la perspective d'un développement durable.

Contenus

La physique-chimie conduit à une première classification des différentes formes d'énergie et permet une première approche de l'étude de certaines conversions d'énergie. La grande importance de l'électricité dans la vie quotidienne et dans le monde industriel justifie l'accent mis sur l'énergie électrique, notamment sur sa production.

La technologie, avec des supports issus des domaines tels que les transports, l'architecture, l'habitat, l'environnement, permet de mettre en évidence les différentes formes d'énergie qui sont utilisées dans les objets techniques.

Les mathématiques enrichissent ce thème notamment par l'écriture et la comparaison des ordres de grandeur, l'utilisation des puissances de 10 et de la notation scientifique, la réalisation et l'exploitation graphique de données ainsi que la comparaison de séries statistiques concernant par exemple les réserves, les consommations, la prospective pour les niveaux locaux, nationaux, planétaire.

Les sciences de la vie permettent aux élèves de constater que les végétaux chlorophylliens n'ont besoin pour se nourrir que de matière minérale à condition de recevoir de l'énergie lumineuse, alors que pour l'organisme humain, ce sont les nutriments en présence de dioxygène qui libèrent de l'énergie utilisable, entre autre, pour le fonctionnement des organes.

En **sciences de la Terre** les séismes sont mis en relation avec une libération d'énergie.

THÈME 4 : MÉTÉOROLOGIE ET CLIMATOLOGIE

Le futur citoyen doit être particulièrement sensibilisé à la météorologie et à la climatologie qui rythment ses activités et son cadre de vie.

La météorologie a pour finalité fondamentale la prévision du temps, dans le cadre d'une incessante variabilité du climat.

Moins connue du grand public, mais tout aussi importante, **la climatologie** (ou science des climats) s'intéresse aux phénomènes climatiques sur des périodes de l'ordre de 30 ans et permet de bâtir des hypothèses et des perspectives à long terme sur le devenir de la planète.

Objectifs

Au collège, la météorologie permet de prolonger et d'approfondir les activités abordées à l'école primaire, en mettant en œuvre des mesures, réalisées pour la plupart directement par les élèves, mesures concernant la pluviométrie, l'hygrométrie, la température, la vitesse et la direction des vents, la pression, l'enneigement, et de les exploiter sous de multiples formes.

Par ailleurs, météorologie et climatologie permettent d'apporter quelques réponses aux interrogations nombreuses des élèves sur les événements climatiques exceptionnels qui les interpellent.

Contenus

De par la diversité des relevés qu'elle génère, les tracés de graphes, les exploitations de données statistiques, météorologie et climatologie mettent en synergie les disciplines scientifiques et la technologie.

La physique-chimie permet à l'élève de collège d'expérimenter et de comprendre les phénomènes liés à la météorologie : les changements d'état et le cycle de l'eau, la constitution des nuages, les précipitations, les relevés de température, les mesures de pression, le vent...

Par ailleurs, la météorologie joue un rôle important dans la sécurité routière et dans la navigation aérienne et maritime.

Un nouvel usage de la météorologie et de la climatologie a fait son apparition depuis quelques années, lorsque les hommes ont pris conscience de l'importance de la qualité de l'air. Des conditions météorologiques particulières (conditions anticycloniques, inversion de température, absence de vent) empêchent la dispersion des polluants alors que la dynamique des vents amène la dispersion sur toute la planète de composés divers, tels que les radioéléments.

La technologie étudie les instruments de mesure liés à la météorologie et peut conduire à la construction de certains d'entre eux. Elle analyse les objets techniques du domaine de la domotique liés à la météorologie.

Les mathématiques trouvent dans la météorologie des possibilités d'application tout à fait intéressantes. A partir de relevés de mesures, l'élève s'investit dans la construction de graphiques, l'utilisation des nombres relatifs, le calcul de moyennes...

Les sciences de la vie et de la Terre s'intéressent à l'influence du climat sur les modifications du milieu, donc sur la variation éventuelle du peuplement animal et végétal. Par ailleurs, les conditions climatiques en tant que facteurs environnementaux peuvent intervenir sur l'expression du programme génétique de l'individu.

La biodiversité dépend dans une large mesure de la diversité des climats, dont les modifications peuvent ainsi avoir des conséquences significatives sur la faune et la flore.

THÈME 5 : SANTÉ

L'espérance de vie a été spectaculairement allongée au cours du XX^e siècle : alors qu'elle était de 25 ans au milieu du XVIII^e siècle, elle est passée à 45 ans en 1900 et 79 ans en 2000 dans les pays

développés. Elle continue à croître dans ces pays d'environ deux à trois mois par an.

Les études épidémiologiques montrent que les facteurs de risque relèvent autant des comportements collectifs et individuels que des facteurs génétiques. L'analyse des causes de décès montre le rôle prédominant de plusieurs facteurs : le tabac, l'alcool, les déséquilibres alimentaires, l'obésité et les accidents de la vie domestique et de la route.

L'éducation à la santé est particulièrement importante au collège, à un âge où les élèves sont réceptifs aux enjeux de santé.

Objectifs

La plupart des comportements nocifs s'acquièrent pendant l'enfance (habitudes alimentaires) et l'adolescence (tabac, alcool, imprudence). C'est donc en grande partie pendant la période du collège que les adolescents prennent des habitudes qui pourront pour certains d'entre eux handicaper toute leur existence.

C'est pourquoi au collège, l'éducation à la santé doit constituer pour les parents d'élèves, l'ensemble de l'équipe éducative et le service de santé scolaire une préoccupation et une mission essentielles. Pilotée par le Comité d'Éducation à la Santé et la Citoyenneté de l'établissement, elle conduit ainsi l'élève, à choisir un comportement individuel et citoyen adapté.

Au collège, l'éducation à la santé doit, d'une part compléter la formation donnée à l'École et d'autre part, se fixer un nombre limité d'objectifs dont l'importance, cependant, nécessite un enseignement approfondi en insistant sur l'aspect positif (être en forme, bien dans son corps, bien dans sa tête) plutôt que sur les aspects négatifs (peur des maladies) tout en présentant des risques liés aux comportements potentiellement nocifs. La santé est en effet définie par l'Organisation Mondiale de la santé comme un état de bien-être physique, mental et social. Elle n'est pas seulement l'absence de maladie ou d'infirmité.

Contenus

Les sciences de la vie apportent aux élèves les bases scientifiques leur permettant de comprendre les mécanismes du fonctionnement harmonieux de leur corps et de construire leurs propres choix en vue de gérer leur « capital santé » tout au long de leur vie. Il s'agit, non d'enseigner des choix à travers un discours moralisateur et catastrophiste, mais d'éduquer au choix à travers des activités concrètes.

La physique-chimie contribue, à travers différentes entrées du programme, à l'éducation à la santé :

- « Mélanges et corps » peuvent servir d'appui à la prévention des risques liés à la consommation d'alcool et aux apports nutritionnels ;
- « L'air qui nous entoure » trouve naturellement des développements dans la lutte contre le tabagisme et la réduction des comportements à risques liés à l'environnement ;
- « L'énergie chimique » permet d'aborder les équilibres nutritionnels et la prévention de l'obésité.

La technologie, en étudiant les fonctions techniques des objets ou les risques potentiellement nocifs de l'utilisation certains matériaux et/ou énergies participe à l'éducation à la santé et à l'augmentation de l'espérance de vie : apport des systèmes de sécurité sur les moyens de transport ; éléments de confort et domotique ; isolation phonique ; évolution des outils et des machines ; évolution des habitations, VMC, isolation, régulation.

Les mathématiques apportent les outils de description et d'analyse sur le plan quantitatif des phénomènes étudiés dans le cadre du thème :

- maîtrise progressive des nombres et des opérations élémentaires ;
- représentations graphiques diverses et éléments statistiques.

THÈME 6 : SÉCURITÉ

L'éducation à la sécurité constitue une nécessité pour l'Etat afin de répondre à des problèmes graves de société : les accidents

domestiques, de la route ou résultant de catastrophes naturelles ou technologiques majeures tuent et blessent, chaque année, un grand nombre de personnes en France. La prise en charge de la prévention et de la protection face à ces risques doit donc être l'affaire de tous et de chacun.

Il entre dans les missions des enseignants d'assurer la sécurité des élèves qui leur sont confiés, mais également d'inclure dans leurs enseignements une réflexion argumentée qui sensibilise les élèves à une gestion rationnelle des problèmes de sécurité.

Objectifs

Les adolescents sont en général peu sensibles à ces problèmes et à l'idée de risque. Trop souvent, ils considèrent implicitement que « les drames n'arrivent qu'aux autres ». Les accidents les plus divers, accidents domestiques, accidents liés aux déplacements, accidents liés aux loisirs, sont pourtant la principale cause de mortalité dans leur tranche d'âge.

Les enseignements donnés au collège doivent permettre d'identifier les risques grâce aux connaissances acquises dans les disciplines scientifiques et en technologie (risques électriques, chimiques, biologiques, sportifs...). Ces enseignements doivent enfin apprendre aux collégiens à adopter des comportements qui réduisent les risques, tant ceux auxquels ils sont exposés sans en être responsables que ceux auxquels ils s'exposent et exposent les autres. Il ne s'agit pas seulement d'inviter les élèves à adopter ces comportements au cours de leur présence au collège, partie de leur emploi du temps qui est de loin la moins exposée aux risques, mais de les convaincre, à travers une véritable éducation à la sécurité, de transformer ces comportements responsables en règles de vie.

L'action éducative doit être coordonnée avec celle de la famille ainsi qu'à des actions transversales qui contribuent à développer une réelle culture du risque et s'inscrivent dans une éducation à la responsabilité et à la citoyenneté.

Contenus

L'éducation à la sécurité implique à la fois prévention et protection. C'est l'association des différents champs disciplinaires qui peut apprendre à l'élève à réduire sa vulnérabilité face aux risques individuels et face aux risques majeurs, qu'ils soient d'origine naturelle (séismes, volcanisme, mouvements de terrain, tempêtes, inondations...) ou d'origine technologique (risques industriels, transports de matières dangereuses...).

Les mathématiques, au travers d'un regard statistique, peuvent conduire les élèves à distinguer l'aléa, défini par sa fréquence et son intensité, du risque qui associe aléa et importance des enjeux humains. Par ailleurs l'information relative à la sécurité routière peut s'appuyer sur les connaissances mathématiques pour mettre en évidence les liens entre vitesse et distance d'arrêt, en tant qu'exemple de non proportionnalité, entre vitesse et risques de mortalité.

La physique, dans le domaine de la sécurité routière, montre la conversion de l'énergie cinétique en d'autres formes au cours d'un choc. Par ailleurs cet enseignement de **physique et de chimie** inclut la sécurité des élèves au quotidien : sécurité électrique, sécurité et chimie, sécurité et éclairage... Les risques naturels en liaison avec la météorologie, les risques technologiques (toxicité des produits utilisés, des déchets produits) sont également abordés.

Les sciences de la vie prennent également en compte la sécurité des élèves lors des exercices pratiques : sécurité électrique, sécurité et produits chimiques, risques liés à la manipulation de certains produits d'origine biologique. Les notions dégagées lors de l'étude des fonctions sensibilisent aux graves conséquences, sur l'organisme humain, du non respect des règles de sécurité et d'hygiène dans le domaine de la santé.

Les sciences de la Terre mettent l'accent sur la prévention, par exemple de certains risques naturels en suggérant de limiter l'érosion par une gestion raisonnée des paysages. Une compréhension de

l'activité de la Terre permet aux élèves de mieux intégrer les informations sur les risques liés aux séismes et au volcanisme.

La technologie prend très fortement en compte la sécurité des élèves lors de l'utilisation des outils de production. Par ailleurs, elle fait une large place aux conditions de sécurité dans l'étude des transports, dans la réalisation d'appareillages de domotique, dans l'étude de systèmes énergétiques, et dans les réalisations ou études techniques à tous niveaux.

En s'appuyant sur les acquis disciplinaires, la mobilisation active de l'élève autour des problèmes de sécurité peut s'exprimer de différentes façons : il peut être associé à la production de documents organisés autour de différentes rubriques : sécurité électrique, chimie et sécurité, sécurité et matériaux, sécurité routière, sécurité et éclairage, environnement et sécurité, sécurité et risques majeurs naturels ou technologiques, sécurité dans le sport et les loisirs, sécurité médicale, sécurité alimentaire et santé publique.

Quel que soit le domaine abordé l'éducation à la sécurité, composante de **l'éducation civique**, doit affermir la volonté du futur citoyen de prendre en charge sa propre sauvegarde et l'inciter à contribuer à celle des autres en respectant les règles établies et les réglementations.

VI. UTILISATION D'OUTILS DE TRAVAIL EN LANGUE ETRANGERE

Travailler avec des documents en langue étrangère est à la fois un moyen d'augmenter le temps d'exposition à la langue et une ouverture à une autre approche des sciences.

Les outils (textes, modes d'emploi, images légendées, cartes, sites...) doivent être adaptés au niveau des élèves.

C'est aussi l'occasion d'un enrichissement mutuel entre les enseignements linguistiques, scientifiques et technologique.

Physique-Chimie

PRÉAMBULE POUR LE COLLÈGE

Ce préambule complète l'introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques et technologique à laquelle il convient de se référer.

Contribution de la physique-chimie à l'acquisition d'une culture scientifique et technologique

Objectifs du programme

L'enseignement de la physique-chimie au collège a pour objectifs :

- de contribuer à l'acquisition d'une culture scientifique et technologique pour construire une première représentation globale, cohérente et rationnelle du monde, en mettant l'accent sur l'universalité des lois qui le structurent ;
- de participer à l'acquisition du socle commun en terme de connaissances spécifiques à la discipline et de capacités à les mettre en œuvre dans des situations variées, en développant des attitudes formatrices et responsables ;
- d'apporter sa contribution à chacune des sept compétences du socle commun. Chaque compétence du socle requiert en effet la contribution de plusieurs disciplines et réciproquement, une discipline contribue à l'acquisition de plusieurs compétences ;
- de renforcer, à travers les programmes, la corrélation avec les autres disciplines scientifiques, en montrant à la fois les spécificités et les apports de la physique-chimie, et de contribuer aux thèmes de convergence ;
- d'être ancré sur l'environnement quotidien et ouvert sur les techniques pour être motivant et susciter la curiosité et l'appétence des élèves pour les sciences, conditions nécessaires à l'émergence des vocations scientifiques (techniciens, ingénieurs, chercheurs, enseignants, médecins...).

L'enseignement des sciences et de la technologie assure la continuité des apprentissages : il est abordé dans les programmes de l'école primaire par les parties *Découverte du monde* (CP, CE1), Culture scientifique et technologique (CE2, CM1, CM2). Cet enseignement, qui vise la construction d'une première représentation rationnelle de la matière et du vivant, est abordé sous forme de thèmes, sans que soit spécifié ce qui revient à tel ou tel champ disciplinaire.

Ce n'est qu'à partir de la classe de cinquième au collège que la physique-chimie apparaît en tant que discipline à part entière et apporte des éléments de culture essentiels en montrant que le monde est intelligible. L'extraordinaire richesse et la complexité de la nature et de la technique peuvent être décrites par un petit nombre de lois universelles.

Capacités nécessaires pour mettre en œuvre les connaissances

Les premières notions sur la matière, ses états et ses transformations, la lumière et la propagation des signaux, l'électricité, l'énergie, la gravitation sont introduites au collège. L'acquisition par l'élève d'une culture scientifique nécessite de maîtriser ces connaissances qui conduisent à une première représentation cohérente du monde et de disposer des capacités qui permettent de mobiliser ces connaissances dans des situations variées.

L'enseignement de la physique-chimie doit ainsi permettre à l'élève d'être notamment capable :

- de pratiquer une démarche scientifique, c'est-à-dire d'observer, questionner, formuler une hypothèse et la valider, argumenter, modéliser de façon élémentaire et comprendre le lien entre le phénomène étudié et le langage mathématique qui s'y applique. Dans cette démarche, le raisonnement qualitatif a toute sa place. Le qualitatif n'est pas la solution de facilité : il est souvent beaucoup plus aisé d'effectuer un calcul juste que de tenir un raisonnement pertinent ;
- de manipuler et d'expérimenter en éprouvant la résistance du réel, c'est-à-dire de participer à la conception d'un protocole et à sa mise en œuvre à l'aide d'outils appropriés, de développer des habiletés manuelles et de se familiariser avec certains gestes techniques, et de percevoir la différence entre réalité et simulation. La démarche expérimentale est en elle-même un facteur de motivation ; sujets attractifs et expériences passionnantes suscitent toujours la curiosité des élèves ;
- de comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes agissant simultanément, de percevoir qu'il peut exister des causes non apparentes ou inconnues ;
- d'exprimer et d'exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche c'est-à-dire d'utiliser les langages scientifiques à l'écrit et à l'oral, de maîtriser les principales unités de mesure et de savoir les associer aux grandeurs correspondantes, de comprendre qu'à une mesure est associée une incertitude, d'appréhender la nature et la validité d'un résultat statistique.

La démarche d'investigation contribue au développement de ces capacités et doit, à ce titre, être privilégiée lorsque sa mise en œuvre est pertinente.

Attitudes développées par l'enseignement de la physique-chimie

L'enseignement de la physique-chimie doit également contribuer à développer chez l'élève :

- le sens de l'observation ;
- la curiosité pour la découverte des causes des phénomènes naturels, l'imagination raisonnée, l'ouverture d'esprit ;
- l'esprit critique ;
- l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques ;
- l'observation des règles élémentaires de sécurité, le respect des consignes ;
- le respect de soi et le respect des autres ;
- la responsabilité face à l'environnement.

Ces « attitudes » ainsi que les « capacités » générales (pratiquer une démarche scientifique, comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes...) mentionnées dans le socle, doivent progressivement être acquises par l'élève. Elles ne sont pas systématiquement reprises dans l'écriture du programme de chaque niveau, l'enseignant gardant à l'esprit qu'elles constituent des axes permanents de son enseignement.

Liens avec les autres disciplines et les différentes compétences du socle commun de connaissances et de compétences commun

Les récentes évaluations nationales et internationales, entre autres, montrent la nécessité de mettre en perspective les connaissances et compétences scientifiques dans un cadre plus large que celui de la seule discipline physique-chimie. Ces acquis doivent être construits, exploités et mobilisés tant dans cette discipline que dans les disciplines connexes, ainsi que dans des situations de la vie quotidienne ou de l'environnement immédiat de l'élève. Les thèmes de convergence contribuent largement à la réalisation de ces objectifs.

La physique-chimie est fortement corrélée au collège aux autres disciplines du pôle des sciences

La physique-chimie met à la disposition des sciences de la vie et de la Terre et de la technologie des notions qui leur sont nécessaires. Les lois qui constituent le noyau de leur domaine d'étude s'appliquent en effet aussi bien à la nature proprement dite, vivante ou non, qu'aux objets produits par l'homme.

La physique-chimie rejoint les sciences de la vie et de la Terre à travers des connaissances sur la structure de l'Univers du microscopique au macroscopique, les transformations de la matière, les conversions et les transferts d'énergie. La pratique d'une démarche scientifique expérimentale est commune aux deux disciplines.

L'enseignement de la physique-chimie se montre résolument ouvert sur les techniques et sur les applications. Il est en effet indispensable que les élèves perçoivent le lien entre sciences et techniques, et sachent qu'elles contribuent au progrès et au bien-être des sociétés. Grâce aux recherches et aux connaissances fondamentales, des applications techniques essentielles ont vu le jour et, réciproquement, les applications peuvent motiver la recherche.

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

Cette interaction est manifeste pour tout ce qui concerne la mesure et la manipulation des nombres, notamment par l'utilisation d'ordre de grandeur et une première sensibilisation aux incertitudes de mesures. Cette manipulation peut se faire à l'aide d'outils tels que la calculatrice ou l'ordinateur. La construction et l'utilisation d'un tableau ou d'un graphique à partir d'une série de données, l'interpolation d'une valeur, l'exploitation de situations relevant de la proportionnalité sont d'autres occasions de nouer des liens avec les mathématiques.

La physique-chimie contribue à la maîtrise de la langue française

Cette contribution doit se faire à l'écrit comme à l'oral par un souci de justesse dans l'expression. La pratique de la démarche d'investigation, de raisonnements qualitatifs, d'activités documentaires (par exemple la lecture d'un texte simple, l'écoute d'une bande audio, le visionnage d'un document vidéo), la réponse aux questions par des phrases complètes, la rédaction de comptes rendus, l'analyse d'énoncés et la rédaction de solutions d'exercices participent à l'entraînement à une formulation exigeante et rigoureuse tant dans l'emploi du lexique que de la syntaxe.

La physique-chimie peut contribuer à la pratique d'une langue vivante étrangère

La mise à disposition d'outils (textes, modes d'emploi, images légendées, cartes, sites...) rédigés dans les langues étudiées par la classe et leur utilisation, en dehors du cours de langue permet ponctuellement à l'élève d'exploiter les compétences acquises en langue vivante et de les développer.

La physique-chimie coopère à la maîtrise des techniques de l'information et de la communication

Son enseignement privilégie l'utilisation de l'outil informatique, pour le traitement des données, pour la mise en œuvre de logiciels spécifiques et pour l'expérimentation assistée par ordinateur ou la simulation d'expériences (simulation qui ne doit cependant pas prendre le pas sur l'expérimentation directe lorsque celle-ci est possible). L'utilisation d'Internet est également sollicitée lors de recherches documentaires et les échanges d'informations entre élèves.

À l'occasion de diverses activités visant des compétences du programme, les élèves peuvent être amenés à utiliser les technologies de l'information et de la communication. Progressivement, ils vont ainsi acquérir également des compétences du référentiel du B2i-collège.

Le tableau ci-après présente quelques items du référentiel B2i-collège qui peuvent être validés lors d'activité en physique-chimie.

Exemples d'activités et supports TIC envisageables	Domaines du B2i
Rédiger un compte-rendu avec un logiciel de traitement de texte, en insérant des images numériques	Domaine 1 : s'approprier un environnement informatique de travail.
Construire un tableau, un graphe avec un tableur grapheur	Domaine 3 : créer, produire, traiter, exploiter des données.
Réaliser des mesures en ExAO	
Rechercher des informations dans des bases de données sur internet.	Domaine 1 : s'approprier un environnement informatique de travail. Domaine 2 : adopter une attitude responsable. Domaine 4 : s'informer, se documenter.

La physique-chimie participe à la culture humaniste

Notamment par des ouvertures en direction de l'histoire des sciences et de l'actualité scientifique qui montrent la science qui se construit ; les découvertes scientifiques ou techniques apportent des repérages dans le temps.

La physique-chimie concourt à l'acquisition des compétences sociales et civiques

Au même titre que les autres disciplines scientifiques et technologique, l'enseignement de la physique-chimie participe à la construction d'un « mode d'emploi de la science et de la technique » afin que les élèves puissent comprendre et intervenir ultérieurement de façon éclairée, dans les choix politiques, sociaux, voire d'éthique. Il forme également le citoyen-consommateur au bon usage des objets techniques ainsi qu'à celui des produits chimiques qu'il sera amené à utiliser dans la vie quotidienne. Cette éducation débouche naturellement sur l'apprentissage de la sécurité, sur la sauvegarde de la santé, sur le respect de l'environnement.

La physique-chimie aide à l'acquisition de l'autonomie et de l'initiative

Dès la classe de cinquième, et a fortiori, celle de quatrième et de troisième, l'enseignement de la physique-chimie doit permettre d'aider les élèves à acquérir une certaine autonomie articulée autour de la responsabilité et la créativité qui s'exprime notamment lors des activités expérimentales. Le travail en équipe suppose de savoir écouter, communiquer, faire valoir son point de vue, argumenter, dans le respect des autres.

La démarche d'investigation, qui rend l'élève davantage acteur de ses apprentissages, et la mise en œuvre de **projets scientifiques** individuels ou collectifs, contribuent également à développer l'autonomie et l'esprit d'initiative de l'élève.

L'histoire des arts

L'enseignement de physique-chimie contribue à sensibiliser l'élève à l'histoire des arts dans la continuité de l'enseignement assuré à l'école primaire. Situées dans une perspective historique, les œuvres appartiennent aux six grands domaines artistiques définis dans le programme d'histoire des arts. Ces œuvres permettent d'effectuer des éclairages et des croisements en relation avec les autres disciplines : au sein des « arts de l'espace », peuvent, par exemple, être abordés certains principes d'architecture notamment l'architecture métallique; les « arts du quotidien » permettent d'aborder les instruments scientifiques qui ont pu être à l'origine d'inventions artistiques (instruments optiques), les liens entre le patrimoine industriel et artistique (mécanisme des fontaines, clepsydre, etc.), « les arts du visuel » permettent d'aborder la question de la lumière et de la couleur (vitrail, peinture, pigments, vernis, etc.), dans les « arts du langage », certaines œuvres littéraires sont l'occasion d'aborder des questions et des moments clés d'histoire des sciences. Les thématiques proposées dans l'enseignement de l'histoire des arts, par exemple « Arts, espace, temps » ou « Arts et innovations techniques », permettent d'introduire quelques grands repères dans l'histoire des sciences, des techniques et des arts.

Le travail des élèves et l'évaluation

Le travail des élèves doit s'articuler autour d'activités qui identifient clairement les connaissances et les capacités mises en œuvre. La diversification des formes de travail, ainsi que l'utilisation de supports thématiques variés, empruntés notamment à la vie courante et à l'actualité, contribuent à l'acquisition de ces connaissances et au développement de ces capacités. Cette diversification permet également de susciter la curiosité des élèves et leur motivation pour un travail personnel.

En dehors des travaux réalisés en classe, il importe que les élèves fournissent un travail personnel en étude ou à la maison pour faciliter la réussite des apprentissages. Il est en effet indispensable qu'ils apprennent à fournir un travail autonome régulier qui complète les activités conduites avec le professeur et qui leur permette d'acquérir une culture scientifique.

Outre l'apprentissage du cours (phrases-clés, schémas annotés, résumés explicites...) associé à la maîtrise de la langue, ce travail personnel peut prendre des formes diverses, par exemple :

- la résolution d'exercices d'entraînement de différentes natures (savoir-faire théoriques, exercices à entrée expérimentale, activités ayant pour support un texte documentaire, scientifique...);
- des travaux écrits consécutifs à des recherches personnelles (au CDI, sur Internet...); exploitation de textes scientifiques, historiques ou d'actualité;
- l'analyse et/ou l'établissement de protocoles expérimentaux; l'interprétation d'expériences; la reformulation d'un compte rendu d'expériences;
- la réponse à des questions se rapportant à un document préparant la séquence suivante d'enseignement.

Il convient de veiller à un équilibre judicieux entre ces activités et de préparer l'élève à gagner progressivement son autonomie par rapport à cette nécessaire appropriation des savoirs et des savoir-faire, indispensable à la réussite de ses études ultérieures, en particulier au lycée.

La réflexion sur l'évaluation intervient dès la conception des différentes séquences d'enseignement.

Il y a lieu de distinguer :

- l'évaluation diagnostique qui conduit l'enseignant à identifier les représentations des élèves, leurs connaissances, les méthodes

acquises et les obstacles cognitifs, pour adapter son enseignement; elle se situe en début de séquence, individuellement ou en groupe;

- l'évaluation formative qui jalonne les apprentissages et permet une diversification des aides apportées à l'élève en valorisant les efforts et en cherchant à assurer un suivi personnalisé;

- l'évaluation sommative qui permet de dresser un bilan des acquis et des progrès de l'élève, sans négliger d'apporter à chacun des conseils personnalisés.

Comme pour le travail des élèves, il est nécessaire d'identifier les connaissances et capacités mises en jeu dans chaque type d'évaluation.

Les évaluations prennent des formes diversifiées, notamment la restitution du cours, des exercices à entrée expérimentale, à support documentaire (textes ou documents audio ou vidéo scientifiques, historiques ou d'actualité), des schémas à tracer ou à exploiter, des exposés.

Les activités expérimentales étant le fondement même de la physique et de la chimie, le professeur doit veiller en particulier à évaluer les capacités qui s'y rattachent (observation des élèves en train de manipuler, analyse de comptes rendus d'expériences).

Compte tenu des exigences du socle commun de connaissances et de compétences commun, l'évaluation porte non seulement sur les compétences strictement liées aux savoirs spécifiques de la physique et de la chimie mais également sur un ensemble de compétences transversales, au sein desquelles figure en bonne place la maîtrise, écrite et orale, de la langue française.

Avant toute évaluation, les connaissances et capacités sont à énoncer de manière explicite aux élèves pour leur permettre d'identifier les objectifs à atteindre, de pratiquer une auto-évaluation et de participer à une éventuelle remédiation.

Il est recommandé de consacrer 10 % du temps de travail de l'élève à l'évaluation sommative et de répartir judicieusement les phases d'évaluation au cours du trimestre.

Une écriture hiérarchisée des programmes

Une écriture des programmes identifiant les points de passage obligés, liés aux connaissances et capacités du socle commun, facilite la lecture et la compréhension des attentes de l'institution.

Le programme est à traiter dans son intégralité. Il se présente sous forme de deux domaines :

- le premier, écrit en caractères droits, correspond au socle, colonne vertébrale des programmes;
- le second, écrit en italique, complète le socle commun de connaissances et de compétences commun.

Cette présentation permet au professeur de différencier les approches pédagogiques et les évaluations des compétences des élèves, pour chacun de ces domaines. Elle permet également aux enseignants de mieux prendre en charge la gestion raisonnée des apprentissages en mettant en relief les fondamentaux : une capacité donnée nécessite une attention plus soutenue si elle correspond au socle que si elle n'y appartient pas; elle peut être acquise progressivement, par un travail en continu sur l'année scolaire et tout au long du collège. En outre, la longueur du libellé d'une partie du programme n'est pas représentative de la durée qu'il convient de lui consacrer.

Dans la présentation retenue des programmes en trois colonnes (Connaissances, Capacités, Commentaires), la lecture horizontale des différents éléments se rapportant à une même entrée met en correspondance les connaissances à acquérir, les aptitudes à les mettre en œuvre dans des situations variées et des commentaires y afférant.

Il est rappelé que les **thèmes de convergence** sont fédérateurs d'un travail interdisciplinaire. Pour les enseignants, ils constituent un espace privilégié d'échanges sur les pratiques pédagogiques, sur les contenus disciplinaires et sur l'évaluation. Pour les élèves, ils permettent une mise en synergie des connaissances et capacités déclinées dans chaque discipline. Dans la colonne Commentaires du programme, des liens sont mentionnés avec les thèmes de convergence.

Les grandes rubriques du programme sont accompagnées de pourcentage indiquant une répartition de l'horaire imparti que le professeur peut moduler selon les élèves. La présentation retenue n'implique pas une progression obligatoire. Toute liberté est également laissée à l'enseignant pour organiser son cours dans l'ordre où il le souhaite. L'essentiel est que le professeur ait une progression logique et que tout le programme soit étudié.

Introduction aux contenus des programmes

Le programme de **la classe de cinquième**, dans le prolongement de l'école primaire, a pour objectif de sensibiliser les élèves aux sujets abordés par une approche essentiellement phénoménologique :

- la partie de chimie propose un ensemble de notions essentiellement fondées sur l'observation et l'expérimentation, sans modélisation ;
- l'électricité, en courant continu, est présentée de manière purement qualitative ;

- la partie consacrée à l'optique aborde la propagation rectiligne de la lumière.

Le programme de **la classe de quatrième** présente des modèles :

- en électricité avec l'étude des grandeurs et des lois ;
- en chimie avec la notion de molécule qui permet d'expliquer les états physiques de la matière et les transformations physiques ; les transformations chimiques sont interprétées en utilisant la notion d'atome.

L'optique prolonge le programme de cinquième par la notion de couleur, propose une première analyse de la formation des images. Elle permet aussi une approche de la notion de vitesse à propos de la lumière.

Le programme de **la classe de troisième** a pour objectif principal de structurer et de développer les notions relatives à l'énergie, abordées progressivement dans les classes antérieures :

- le concept de charge électrique permet d'introduire la notion d'énergie électrochimique ;
- l'étude de l'alternateur, en illustrant la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique, permet d'aborder la notion de tension alternative ;
- la gravitation et sa manifestation sur Terre conduisent à la présentation de l'énergie mécanique.

Physique-Chimie

CLASSE DE CINQUIÈME

Le programme est organisé en trois parties :

- L'eau dans notre environnement – Mélanges et corps purs (50%)
- Les circuits électriques en courant continu – Étude qualitative (25%)
- La lumière : sources et propagation rectiligne (25%)

A - L'eau dans notre environnement – Mélanges et corps purs

Cette partie propose un ensemble de notions essentiellement fondées sur l'observation et l'expérimentation. Sa finalité est de clarifier les notions de mélanges et de corps purs et de présenter les trois états de la matière et les changements d'état associés. Cette partie s'appuie sur l'étude de l'eau qui permet de travailler sur des sujets en relation avec leur environnement et de développer les

thèmes de convergence : météorologie et climatologie, développement durable, énergie et sécurité.

Cette partie prolonge les acquis de l'école élémentaire, conforte et enrichit le vocabulaire (mélanges homogènes et hétérogènes...); elle développe les savoir-faire expérimentaux (manipulation d'une verrerie spécifique).

Connaissances	Capacités	Commentaires
L'EAU DANS NOTRE ENVIRONNEMENT : quel rôle l'eau joue-t-elle dans notre environnement et dans notre alimentation ?		
L'eau est omniprésente dans notre environnement, notamment dans les boissons et des organismes vivants. Test de reconnaissance de l'eau par le sulfate de cuivre anhydre.	Suivre un protocole donné pour mettre en évidence la présence d'eau dans différentes substances. Valider ou invalider l'hypothèse de la présence d'eau.	Pour les expériences avec le sulfate de cuivre anhydre, le port des lunettes est indispensable et l'utilisation de faibles quantités est fortement recommandée. Thème de convergence : météorologie et climatologie
MÉLANGES AQUEUX : comment obtenir de l'eau limpide ?		
Mélanges homogènes et hétérogènes. Décantation. Filtration.	Extraire des informations de l'observation d'un mélange. Réaliser un montage de décantation ou de filtration à partir d'un schéma. Faire le schéma d'un montage de décantation ou de filtration en respectant des conventions.	On peut approfondir le concept d'homogénéité en mettant en évidence son caractère relatif dans la mesure où l'aspect de la matière dépend de l'échelle d'observation. Thème de convergence : développement durable
L'eau peut contenir des gaz dissous. Test de reconnaissance du dioxyde de carbone par l'eau de chaux.	<i>Mettre en œuvre un protocole pour récupérer un gaz par déplacement d'eau.</i> Réaliser le test, le schématiser.	Le professeur précise que le dioxygène est également soluble dans l'eau.
MÉLANGES HOMOGENES ET CORPS PURS : un liquide d'aspect homogène est-il pur ? Une eau limpide est-elle une eau pure ?		
Une eau d'apparence homogène peut contenir des substances autres que l'eau. Mélanges et corps purs. Évaporation. <i>Chromatographie.</i>	Extraire les informations utiles de l'étiquette d'une eau minérale ou d'un autre document. Pratiquer une démarche expérimentale. <i>Suivre un protocole pour réaliser une chromatographie.</i> <i>Interpréter un chromatogramme simple.</i>	L'introduction de la molécule comme entité chimique est reportée en classe de quatrième. Ceci n'exclut pas que le professeur, s'il le juge pertinent, utilise dès la classe de cinquième la notion de molécule pour éclairer celle de corps pur. Le concept d'ion n'est abordé qu'en classe de troisième. Thème de convergence : développement durable
La distillation d'une eau minérale permet d'obtenir de l'eau quasi pure.	Présenter la démarche suivie lors d'une distillation, les résultats obtenus.	

Connaissances	Capacités	Commentaires
LES CHANGEMENTS D'ÉTAT DE L'EAU : que se passe-t-il quand on chauffe ou refroidit de l'eau (sous pression normale) ?		
Les trois états physiques de l'eau		
Propriétés spécifiques de chaque état physique de l'eau : - forme propre de l'eau solide (glace) ; - absence de forme propre de l'eau liquide ; - horizontalité de la surface libre de l'eau liquide ; - compressibilité et expansibilité de la vapeur d'eau qui occupe tout le volume offert.	Observer et recenser des informations relatives à la météorologie et à la climatologie. Identifier et décrire un état physique à partir de ses propriétés. Respecter sur un schéma les propriétés liées aux états de la matière.	Thème de convergence : météorologie et climatologie
Les changements d'état		
Cycle de l'eau.		Thème de convergence : météorologie et climatologie
Solidification, fusion, liquéfaction, vaporisation.	Réaliser, observer, schématiser des expériences de changements d'état.	Thème de convergence : météorologie et climatologie
Lors des changements d'état, la masse se conserve et le volume varie.	Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence ces phénomènes.	
<i>Un palier de température apparaît lors du changement d'état d'un corps pur.</i>	Construire le graphique correspondant en appliquant des consignes. Contrôler, exploiter les résultats.	Thème de convergence : importance du mode de pensée statistique
L'augmentation de la température d'un corps pur nécessite un apport d'énergie. Les changements d'état d'un corps pur mettent en jeu des transferts d'énergie. Températures de changements d'état de l'eau sous pression normale.		Thème de convergence : énergie
Les grandeurs physiques associées		
Masse et volume. La masse de 1 L d'eau liquide est voisine de 1 kg dans les conditions usuelles de notre environnement. $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$; $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$.	Associer les unités aux grandeurs correspondantes. Lire des mesures de masse et de volume. Choisir les conditions de mesures optimales (éprouvette graduée, balance électronique). Maîtriser les correspondances simples entre ces unités.	Le matériel de verrerie est évoqué au fur et à mesure de son utilisation. Les grandeurs masse volumique et concentration massique sont hors programme.
Température. Nom et symbole de l'unité usuelle de température : le degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$).	Repérer une température en utilisant un thermomètre, un capteur.	Thème de convergence : météorologie et climatologie
L'EAU SOLVANT : peut-on dissoudre n'importe quel solide dans l'eau (sucre, sel, sable...) ? Peut-on réaliser un mélange homogène dans l'eau avec n'importe quel liquide (alcool, huile, pétrole...) ?		
L'eau est un solvant de certains solides et de certains gaz. L'eau et certains liquides sont miscibles. Dissolution, miscibilité, solution, corps dissous (<i>soluté</i>), solvant, <i>solution saturée</i> , soluble, insoluble, liquides miscibles et non miscibles, distinction entre dissolution et fusion.	Pratiquer une démarche expérimentale : dissolution de divers solides. <i>Suivre un protocole (ampoule à décanter).</i> Décrire une observation, une situation par une phrase correcte (expression, vocabulaire, sens).	Thème de convergence : développement durable
La masse totale se conserve au cours d'une dissolution.	Pratiquer une démarche expérimentale en lien avec cette propriété.	

B - Les circuits électriques en courant continu – Étude qualitative

Cette partie du programme se fonde sur l'observation et sur la réalisation pratique, sans mesures. Elle introduit les propriétés élémentaires d'un circuit en série ou avec une dérivation et les premières notions de transfert et conversion d'énergie. Elle

présente un grand intérêt par l'importance de l'électricité dans la vie quotidienne et permet de développer les thèmes de convergence : énergie, sécurité.

Connaissances	Capacités	Commentaires
CIRCUIT ÉLECTRIQUE		
Les expériences ne doivent pas être réalisées avec le courant du secteur pour des raisons de sécurité.		
Un générateur est nécessaire pour qu'une lampe éclaire, pour qu'un moteur tourne. Un générateur transfère de l'énergie électrique à une lampe ou à un moteur qui la convertit en d'autres formes. Une photopile convertit de l'énergie lumineuse en énergie électrique.	Réaliser un montage simple permettant d'allumer une lampe ou d'entraîner un moteur. Suivre un protocole donné.	Thème de convergence : énergie
En présence d'un générateur, le circuit doit être fermé pour qu'il y ait transfert d'énergie. Il y a alors circulation d'un courant électrique.		Le professeur répond le cas échéant à des questions sur le retour par la « masse » mais ne soulève pas lui-même cette difficulté.
Danger en cas de court-circuit d'un générateur.	Identifier la situation de court-circuit du générateur et le risque correspondant. Respecter les règles de sécurité.	Le professeur évoque les dangers présentés par une prise de courant dont les broches sont assimilées aux bornes d'un générateur. Le contact du corps humain avec la borne active (la phase) et la terre ou avec la borne active (la phase) et la borne passive provoque une électrisation voire une électrocution. Thème de convergence : sécurité
CIRCUIT ÉLECTRIQUE EN SÉRIE		
Les dipôles constituant le circuit en série ne forment qu'une seule boucle. Sens conventionnel du courant électrique. Symboles normalisés d'une lampe et d'un générateur, <i>d'une diode, d'une diode électroluminescente (DEL)</i> .	Réaliser un montage en série à partir d'un schéma. Faire le schéma normalisé d'un montage en série en respectant les conventions. Raisonnement, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale relative au sens conventionnel du courant électrique.	Il ne s'agit pas d'étudier la diode en tant que dipôle.
Pour un circuit donné, l'ordre des dipôles n'influence pas leur fonctionnement.	Valider ou invalider l'hypothèse correspondante.	
Certains matériaux sont conducteurs ; d'autres sont isolants. Le corps humain est conducteur. Un interrupteur ouvert se comporte comme un isolant ; un interrupteur fermé se comporte comme un conducteur.	Valider ou invalider une hypothèse sur le caractère conducteur ou isolant d'un matériau.	Thème de convergence : sécurité
CIRCUIT ÉLECTRIQUE COMPORTANT UNE DÉRIVATION		
Circuit avec une dérivation. Une installation domestique classique est constituée d'appareils en dérivation.	Réaliser un montage avec une dérivation à partir d'un schéma. Faire le schéma normalisé d'un circuit avec une dérivation en respectant les conventions. Raisonnement, argumenter, pratiquer une démarche expérimentale.	L'étude est limitée aux circuits électriques avec une seule branche dérivée. L'étude des installations domestiques est hors programme. Thème de convergence : sécurité

C - La lumière : sources et propagation rectiligne

Comme l'eau et l'électricité, la lumière fait partie de notre environnement quotidien. Son introduction prolonge les approches faites à l'école primaire. La propagation rectiligne, élément

nouveau par rapport à l'école primaire, est un excellent moyen pour introduire la notion de modèle avec le rayon lumineux.

Connaissances	Capacités	Commentaires
SOURCES DE LUMIÈRE - VISION D'UN OBJET : comment éclairer et voir un objet ?		
<p>Le Soleil, les étoiles et les lampes sont des sources primaires ; la Lune, les planètes, les objets éclairés sont des objets diffusants.</p> <p>Pour voir un objet, il faut que l'œil en reçoive de la lumière.</p> <p>Le laser présente un danger pour l'œil.</p>	<p>Rechercher, extraire et organiser l'information utile, observable.</p> <p>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en jeu des sources de lumière, des objets diffusants et des obstacles opaques.</p> <p>Identifier le risque correspondant, respecter les règles de sécurité.</p>	Thème de convergence : sécurité
Comment se propage la lumière ?		
<p>La lumière se propage de façon rectiligne.</p> <p>Le trajet rectiligne de la lumière est modélisé par le rayon lumineux.</p>	Faire un schéma normalisé du rayon lumineux en respectant les conventions.	
<p>Une source lumineuse ponctuelle et un objet opaque déterminent deux zones : une zone éclairée de laquelle l'observateur voit la source, une zone d'ombre (appelée cône d'ombre) de laquelle l'observateur ne voit pas la source.</p> <p>Ombre propre. Ombre portée.</p>	Faire un schéma du cône d'ombre en respectant les conventions.	La notion de pénombre est hors programme.
<p>Description simple des mouvements pour le système Soleil – Terre – Lune.</p> <p><i>Phases de la Lune, éclipses.</i></p>	<i>Interpréter le phénomène visible par un observateur terrestre dans une configuration donnée du système simplifié Soleil-Terre-Lune.</i>	

Physique-Chimie

CLASSE DE QUATRIÈME

Le programme est organisé en trois parties :

- De l'air qui nous entoure à la molécule (35%)
- Les lois du courant continu (35%)
- La lumière : couleurs, images, vitesse (30%)

A - De l'air qui nous entoure à la molécule

Cette partie a pour objet d'introduire dans un premier temps la molécule à partir de deux exemples : l'eau, déjà étudiée en classe de cinquième et l'air, abordé en classe de quatrième. Elle permet notamment de réinvestir les notions sur l'eau vues en classe de cinquième concernant la distinction entre mélanges et corps purs,

les changements d'état et la conservation de la masse lors de ces changements d'état. Dans un second temps, elle conduit, en s'appuyant sur les combustions, à l'étude des transformations chimiques et à leur interprétation atomique.

Connaissances	Capacités	Commentaires
COMPOSITION DE L'AIR : de quoi est composé l'air que nous respirons ? Est-il un corps pur ?		
L'air est un mélange de dioxygène (environ 20 % en volume) et de diazote (environ 80 % en volume). Le dioxygène est nécessaire à la vie. <i>Distinction entre un gaz et une fumée.</i>	Extraire d'un document les informations relatives à la composition de l'air et au rôle du dioxygène.	Thèmes de convergence : développement durable, santé
VOLUME ET MASSE DE L'AIR : l'air a-t-il un volume propre ? A-t-il une masse ?		
L'état gazeux est un des états de la matière. Un gaz est compressible.	Proposer une expérience pour mettre en évidence le caractère compressible de l'air. Valider ou invalider une hypothèse.	
<i>La pression est une grandeur qui se mesure avec un manomètre.</i> <i>L'unité de pression SI est le pascal.</i>	<i>Mesurer une pression.</i>	
Un volume de gaz possède une masse. Un litre d'air a une masse d'environ un gramme dans les conditions usuelles de température et de pression.	Mesurer des volumes ; mesurer des masses. <i>Comprendre qu'à une mesure est associée une incertitude (liée aux conditions expérimentales).</i>	Les correspondances simples entre les unités ont été abordées en cinquième. Les calculs répétitifs de conversion sont à proscrire. Thème de convergence : météorologie et climatologie
UNE DESCRIPTION MOLÉCULAIRE POUR COMPRENDRE		
Un gaz est composé de molécules.	Percevoir la différence entre réalité et simulation. Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter : - la compressibilité d'un gaz ; - les différences entre corps purs et mélanges.	Le professeur limite la description à ce qui est nécessaire pour l'interprétation des phénomènes pris en compte.

Connaissances	Capacités	Commentaires
<p>Les trois états de l'eau à travers la description moléculaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'état gazeux est dispersé et désordonné ; - l'état liquide est compact et désordonné ; - l'état solide est compact ; les solides cristallins sont ordonnés. 	<p>Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les différences entre les trois états physiques de l'eau ; - la conservation de la masse lors des changements d'état de l'eau ; - <i>la non compressibilité de l'eau.</i> 	
<p><i>Les mélanges à travers la description moléculaire.</i></p>	<p>Argumenter en utilisant la notion de molécules pour interpréter :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>la diffusion d'un gaz dans l'air ;</i> - <i>la diffusion d'un soluté dans l'eau (sucre, colorant, dioxygène...).</i> <p><i>Percevoir la différence entre réalité et simulation.</i></p>	<p>On se limitera à des exemples de solutés moléculaires dans le cas de cette modélisation.</p>
<p>LES COMBUSTIONS : qu'est-ce que brûler ?</p>		
<p>La combustion du carbone nécessite du dioxygène et produit du dioxyde de carbone.</p> <p>La combustion du butane et/ou du méthane dans l'air nécessite du dioxygène et produit du dioxyde de carbone et de l'eau.</p> <p>Test du dioxyde de carbone : en présence de dioxyde de carbone, l'eau de chaux donne un précipité blanc.</p>	<p>Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse</p> <p>Mettre en œuvre un protocole expérimental.</p> <p>Observer, extraire les informations d'un fait observé.</p> <p>Exprimer à l'écrit ou à l'oral des étapes d'une démarche de résolution.</p> <p>Proposer une représentation adaptée.</p> <p>Suivre un protocole donné.</p>	
<p>Une combustion nécessite la présence de réactifs (combustible et <i>comburant</i>) qui sont consommés au cours de la combustion ; un (ou des) nouveau(x) produit(s) se forme(nt).</p> <p>Ces combustions libèrent de l'énergie.</p>	<p>Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux combustions.</p>	<p>Thème de convergence : énergie</p>
<p>Certaines combustions peuvent être dangereuses (combustions incomplètes, <i>combustions explosives</i>).</p>	<p>Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux dangers des combustions.</p>	
<p>LES ATOMES POUR COMPRENDRE LA TRANSFORMATION CHIMIQUE</p>		
<p>Lors d'une combustion, des réactifs disparaissent et des produits apparaissent : une combustion est une transformation chimique.</p> <p>Lors des combustions, la disparition de tout ou partie des réactifs et la formation de produits correspondent à un réarrangement d'atomes au sein de nouvelles molécules.</p>	<p>Exprimer par une phrase le passage des réactifs au(x) produit(s).</p> <p>Proposer une représentation adaptée (modèles moléculaires).</p>	<p>Le professeur limite la description à ce qui est nécessaire pour l'interprétation des phénomènes pris en compte.</p> <p>La manipulation des modèles moléculaires (désassemblage, assemblage) ne doit pas laisser croire qu'elle représente le mécanisme réactionnel.</p>
<p>Les atomes sont représentés par des symboles, les molécules par des formules (O₂, H₂O, CO₂, C₄H₁₀ et/ou CH₄).</p>	<p>Communiquer à l'aide du langage scientifique.</p> <p>Utiliser une représentation adaptée : coder, décoder pour écrire les formules chimiques.</p>	
<p>L'équation de la réaction précise le sens de la transformation.</p> <p>Les atomes présents dans les produits (formés) sont de même nature et en même nombre que dans les réactifs.</p>	<p>Utiliser une représentation adaptée : coder, décoder pour écrire les équations de réaction.</p> <p>Présenter et expliquer l'enchaînement des étapes pour ajuster une équation chimique.</p>	<p>L'écriture d'équations de réactions est strictement limitée aux deux ou trois combustions étudiées.</p> <p>La mole (concept, grandeur et unité de quantité de matière) est hors programme.</p>
<p>La masse totale est conservée au cours d'une transformation chimique.</p>	<p>Participer à la conception d'un protocole ou le mettre en œuvre.</p> <p>Valider ou invalider une hypothèse.</p>	

B - Les lois du courant continu

B1 - Intensité et tension

Cette partie a pour objet d'introduire certaines lois du courant continu à partir de mesures d'intensité de courants électriques et de tension électrique réalisées par les élèves eux-mêmes. Elle prolonge l'approche qualitative des circuits vue à l'école primaire et en classe de cinquième tout en évitant des exercices calculatoires

répétitifs. Cette étude est l'occasion d'une première sensibilisation à l'universalité des lois de la physique

Connaissances	Capacités	Commentaires
INTENSITÉ ET TENSION, DEUX GRANDEURS ÉLECTRIQUES ISSUES DE LA MESURE : quelles grandeurs électriques peut-on mesurer dans un circuit ?		
L'intensité d'un courant électrique se mesure avec un ampèremètre branché en série. Unité d'intensité : l'ampère. Symbole normalisé de l'ampèremètre.	Suivre un protocole donné (utiliser un appareil de mesure). Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure). Associer les unités aux grandeurs correspondantes. Faire un schéma, en respectant des conventions.	Thème de convergence : importance du mode de pensée statistique
La tension électrique aux bornes d'un dipôle se mesure avec un voltmètre branché en dérivation à ses bornes. Unité de tension : le volt. Symbole normalisé du voltmètre. <i>Notion de branche et de nœud.</i> Une tension peut exister entre deux points d'une portion de circuit non parcourue par un courant. <i>Certains dipôles (fil, interrupteur fermé) peuvent être parcourus par un courant sans tension notable entre leurs bornes.</i>	Suivre un protocole donné (utiliser un appareil de mesure). Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure). Associer les unités aux grandeurs correspondantes. Faire un schéma, en respectant des conventions. Observer les règles élémentaires de sécurité dans l'usage de l'électricité.	Thèmes de convergence : sécurité, importance du mode de pensée statistique
L'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit en série. Loi d'additivité de l'intensité dans un circuit comportant une dérivation.	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse. Mettre en œuvre un protocole expérimental. Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure).	Thème de convergence : importance du mode de pensée statistique
La tension est la même aux bornes de deux dipôles en dérivation. <i>Loi d'additivité des tensions dans un circuit série.</i>	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse. Confronter le résultat au résultat attendu. Mettre en œuvre un protocole expérimental. Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure).	
L'intensité du courant dans un circuit série est indépendante de l'ordre des dipôles. <i>La tension aux bornes de chaque dipôle d'un circuit série est indépendante de l'ordre des dipôles.</i>	Questionner, identifier un problème, formuler une hypothèse. Confronter le résultat au résultat attendu. Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure). Mettre en œuvre un raisonnement	Thème de convergence : importance du mode de pensée statistique
<i>Pour fonctionner normalement une lampe, un moteur, doit avoir à ses bornes une tension proche de sa tension nominale.</i> <i>Surtension et sous-tension.</i>	<i>Observer, recenser des informations : valeurs nominales.</i> <i>Mettre en œuvre un raisonnement, une méthode, un protocole expérimental pour choisir une lampe adaptée au générateur.</i>	

B2 - Le dipôle « résistance »

Cette partie a pour objet d'introduire la loi d'Ohm à partir du dipôle « résistance » sans oublier son importance dans le domaine énergétique. C'est une illustration de la modélisation d'un

comportement physique par une relation mathématique, la relation de proportionnalité.

Connaissances	Capacités	Commentaires
LA « RÉSISTANCE » : quelle est l'influence d'une « résistance » dans un circuit électrique série ?		
<p>Pour un générateur donné, dans un circuit électrique en série :</p> <ul style="list-style-type: none"> l'intensité du courant électrique dépend de la valeur de la « résistance » ; plus la « résistance » est grande, plus l'intensité du courant électrique est petite. <p>L'ohm (Ω) est l'unité de résistance électrique du SI.</p>	<p>Formuler des hypothèses, proposer et mettre en œuvre un protocole concernant l'influence de la résistance électrique sur la valeur de l'intensité du courant électrique.</p> <p>Suivre un protocole donné (utiliser un multimètre en ohmmètre).</p> <p>Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure).</p>	<p>La résistance au sens usuel est un objet (dipôle) tandis que la grandeur qui porte le même nom fait référence au comportement ohmique de cet objet. C'est en raison de cette double acception que le mot « résistance » est parfois entre guillemets.</p>
LA LOI D'OHM : comment varie l'intensité du courant électrique dans une « résistance » quand on augmente la tension électrique à ses bornes ?		
<p>Énoncé de la loi d'Ohm et relation la traduisant en précisant les unités.</p> <p>Une « résistance » satisfait à la loi d'Ohm ; elle est caractérisée par une grandeur appelée résistance électrique.</p>	<p>Proposer ou suivre un protocole donné pour aborder la loi d'Ohm.</p> <p>Mesurer (lire une mesure, estimer la précision d'une mesure, optimiser les conditions de mesure).</p> <p>Proposer une représentation adaptée pour montrer la proportionnalité de U et de I (tableau, caractéristique d'une « résistance », ...).</p> <p>Exprimer la loi d'Ohm par une phrase correcte.</p> <p>Traduire la loi d'Ohm par une relation mathématique.</p> <p>Calculer, utiliser une formule.</p>	<p>L'étude des associations de « résistance » est hors programme.</p>
<p>Le générateur fournit de l'énergie à la « résistance » qui la transfère à l'extérieur sous forme de chaleur (transfert thermique).</p> <p>Sécurité : risque d'échauffement d'un circuit ; coupe-circuit.</p>	<p>Extraire d'un document les informations montrant les applications au quotidien de ce transfert énergétique.</p>	<p>Thèmes de convergence : sécurité, énergie</p>

C. La lumière : couleurs, images, vitesse

C1 - Lumières colorées et couleur des objets

Cette partie prolonge le programme de cinquième par la notion de couleur. Le monde qui entoure l'élève est un monde coloré. Cette rubrique, qui constitue une première approche de la couleur

abordée également en arts graphiques, est un terrain favorable pour une importante activité d'expérimentation raisonnée.

Connaissances	Capacités	Commentaires
LUMIÈRES COLORÉES ET COULEUR DES OBJETS : comment obtenir des lumières colorées ?		
<p>La lumière blanche est composée de lumières colorées.</p>	<p>Suivre un protocole pour obtenir un spectre continu par décomposition de la lumière blanche en utilisant un prisme ou un réseau.</p>	
<p>Éclairé en lumière blanche, un filtre permet d'obtenir une lumière colorée par absorption d'une partie du spectre visible.</p>	<p>Extraire des informations d'un fait observé.</p>	
<p>Des lumières de couleurs bleue, rouge et verte permettent de reconstituer des lumières colorées et la lumière blanche par synthèse additive.</p>	<p>Suivre un protocole.</p> <p>Faire des essais avec différents filtres pour obtenir des lumières colorées par superposition de lumières colorées.</p>	<p>La synthèse soustractive est hors programme.</p>

Connaissances	Capacités	Commentaires
La couleur perçue lorsqu'on observe un objet dépend de l'objet lui-même et de la lumière qui l'éclaire.	Faire des essais pour montrer qualitativement le phénomène. Présenter à l'écrit ou à l'oral une observation.	On ne demandera pas à l'élève de prévoir la couleur perçue par un observateur.
En absorbant la lumière, la matière reçoit de l'énergie. Elle s'échauffe et transfère une partie de l'énergie reçue à l'extérieur sous forme de chaleur.	Extraire d'un document (papier ou numérique) les informations relatives aux transferts énergétiques	Thème de convergence : énergie

C2 - Que se passe-t-il quand la lumière traverse une lentille ?

Dans le prolongement de la problématique introduite en classe de cinquième « comment éclairer et voir un objet ? » et « comment se

propage la lumière ? », cette rubrique propose une première analyse de la formation des images.

Connaissances	Capacités	Commentaires
LENTILLES, FOYERS ET IMAGES : comment obtient-on une image à l'aide d'une lentille convergente ?		
Dans certaines positions de l'objet par rapport à la lentille, une lentille convergente permet d'obtenir une image sur un écran.	Obtenir avec une lentille convergente l'image d'un objet sur un écran.	Les seules images étudiées sont des images réelles. Les expressions image réelle et image virtuelle ne sont pas introduites. La construction géométrique d'image est hors programme.
Il existe deux types de lentilles, convergente et divergente.	Extraire d'un document les informations montrant les applications au quotidien des lentilles. Observer, extraire les informations d'un fait observé pour distinguer les deux types de lentilles.	
Une lentille convergente concentre pour une source éloignée l'énergie lumineuse en son foyer.	Mettre en œuvre un protocole pour trouver expérimentalement le foyer d'une lentille convergente.	La notion de foyer principal objet est hors programme. L'expression foyer principal image ne sera pas utilisée. Les constructions de rayons lumineux sont hors programme. Thème de convergence : énergie
La vision résulte de la formation d'une image sur la rétine, interprétée par le cerveau. Les verres correcteurs et les lentilles de contact correctrices sont des lentilles convergentes ou divergentes.	Présenter les éléments de l'œil sous une forme appropriée : modèle élémentaire. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour expliquer les défauts de l'œil et leur correction (myopie, hypermétropie).</i>	<i>Les seuls défauts de l'œil illustrés expérimentalement sont la myopie et l'hypermétropie.</i>

C3 - Vitesse de la lumière

Les élèves ont vu en cinquième que la lumière se propage en ligne droite. L'étude de la vitesse de la lumière est l'occasion d'aborder un autre exemple de relation de proportionnalité.

Connaissances	Capacités	Commentaires
Dans quels milieux et à quelle vitesse se propage la lumière ?		
La lumière peut se propager dans le vide et dans des milieux transparents comme l'air, l'eau et le verre. Vitesse de la lumière dans le vide (3×10^8 m/s ou 300 000 km/s).	<i>Rechercher, extraire et organiser l'information utile relative à la vitesse de la lumière.</i> Traduire par une relation mathématique la relation entre distance, vitesse et durée. Calculer, utiliser une formule.	En ce qui concerne la vitesse de la lumière, l'enseignant se limitera à des calculs simples non répétitifs. On n'introduira pas le terme « célérité ».

Physique-Chimie

CLASSE DE TROISIÈME

Le programme est organisé en trois parties :

- La chimie, science de la transformation de la matière (45%)
- Énergie électrique et circuits électriques en « alternatif » (40%)
- De la gravitation à l'énergie mécanique (15%)

A - La chimie, science de la transformation de la matière

A1 – Conduction électrique

AL.1 - Conduction électrique et structure de la matière

Après avoir étudié dans les classes antérieures les propriétés du courant électrique dans les circuits, l'élève aborde ici la nature de ce courant. C'est d'abord dans les métaux que la nature du courant électrique est abordée puisque l'élève n'a utilisé que de tels

conducteurs dans les circuits qu'il a construits ; cette notion est ensuite étendue aux solutions aqueuses.

Connaissances	Capacités	Commentaires
UTILISATION DES MÉTAUX DANS LA VIE QUOTIDIENNE : quels sont les métaux les plus couramment utilisés ?		
Les métaux les plus couramment utilisés sont le fer, le zinc, l'aluminium, le cuivre, l'argent et l'or.	<i>Observer, recenser des informations pour distinguer quelques métaux usuels et pour repérer quelques-unes de leurs utilisations.</i>	
L'ÉLECTRON ET LA CONDUCTION ÉLECTRIQUE DANS LES SOLIDES : tous les solides conduisent-ils le courant électrique ?		
Tous les métaux conduisent le courant électrique. <i>Tous les solides ne conduisent pas le courant électrique.</i> La conduction du courant électrique dans les métaux s'interprète par un déplacement d'électrons.	Pratiquer une démarche expérimentale afin de comparer le caractère conducteur de différents solides. Valider ou invalider une hypothèse sur le caractère conducteur ou isolant d'un solide.	
L'ION ET LA CONDUCTION ÉLECTRIQUE DANS LES SOLUTIONS AQUEUSES : toutes les solutions aqueuses conduisent-elles le courant électrique ?		
<i>Toutes les solutions aqueuses ne conduisent pas le courant électrique.</i> La conduction du courant électrique dans les solutions aqueuses s'interprète par un déplacement d'ions.	Pratiquer une démarche expérimentale afin de comparer (qualitativement) le caractère conducteur de l'eau et de diverses solutions aqueuses. Valider ou invalider une hypothèse sur le caractère conducteur ou isolant d'une solution aqueuse.	L'objectif des comparaisons de conduction électrique de l'eau et des solutions aqueuses n'est pas de constater la plus ou moins grande conduction en fonction des concentrations mais de permettre l'introduction de la notion d'ions en solution. Les risques d'électrocution ou d'électrisation dus à la conduction du courant électrique par l'eau du robinet (baignoire, fuites d'eau...) doivent être rappelés.
Constituants de l'atome : noyau et électrons. Structure lacunaire de la matière. Les atomes et les molécules sont électriquement neutres ; l'électron et les ions sont chargés électriquement.	Extraire d'un document (papier, multimédia) les informations relatives aux dimensions de l'atome et du noyau.	Il n'est pas demandé de donner la composition du noyau. La mémorisation des ordres de grandeur n'est pas exigible.
<i>Le courant électrique est dû à :</i> - un déplacement d'électrons dans le sens opposé au sens conventionnel du courant dans un métal ; - des déplacements d'ions dans une solution aqueuse.	<i>Observer, recenser des informations, à partir d'une expérience de migration d'ions.</i>	

A.1.2 - Quelques tests de reconnaissance d'ions

On retrouve ici la notion de test de reconnaissance appliquée à de nouvelles espèces chimiques souvent rencontrées dans ce programme. C'est l'occasion, en liaison avec la reconnaissance des ions hydrogène, d'introduire la notion de pH, premier pas dans

l'étude de l'acido-basicité, en utilisant des produits d'utilisation courante.

Connaissances	Capacités	Commentaires
TESTS DE RECONNAISSANCE DE QUELQUES IONS : comment reconnaître la présence de certains ions en solution ?		
Formules des ions Na^+ , Cl^- , Cu^{2+} , Fe^{2+} et Fe^{3+} .	Suivre un protocole expérimental afin de reconnaître la présence de certains ions dans une solution aqueuse. Faire un schéma.	L'écriture des équations de réaction correspondant à ces tests n'est pas au programme. Les tests ne sont pas à mémoriser.
Domaines d'acidité et de basicité en solution aqueuse.	Suivre un protocole expérimental afin de distinguer, à l'aide d'une sonde ou d'un papier pH, les solutions neutres, acides et basiques.	
<i>Une solution aqueuse neutre contient autant d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxyde HO^-.</i> <i>Dans une solution acide, il y a plus d'ions hydrogène H^+ que d'ions hydroxyde HO^-.</i> <i>Dans une solution basique, il y a plus d'ions hydroxyde HO^- que d'ions hydrogène H^+.</i>	<i>Extraire des informations d'un fait observé et décrire le comportement du pH quand on dilue une solution acide.</i>	Thèmes de convergence : sécurité, développement durable
Les produits acides ou basiques concentrés présentent des dangers.	Identifier le risque correspondant, respecter les règles de sécurité.	

A.1.3 - Réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique ; interprétation

Ce paragraphe permet d'aborder des réactions chimiques en milieu aqueux avec mise en jeu d'ions.

Connaissances	Capacités	Commentaires
RÉACTION ENTRE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE ET LE FER : quels produits sont formés ?		
Les ions hydrogène et chlorure sont présents dans une solution d'acide chlorhydrique. Le fer réagit avec l'acide chlorhydrique, avec formation de dihydrogène et d'ions fer (II). Critères de reconnaissance d'une transformation chimique : disparition des réactifs et apparition de produits.	Suivre un protocole pour : - reconnaître la présence des ions chlorure et des ions hydrogène ; - réaliser la réaction entre le fer et l'acide chlorhydrique avec mise en évidence des produits. Faire un schéma.	Les demi-équations électroniques sont hors programme. La mise en évidence du dihydrogène sera réalisée sur une très petite quantité de gaz. À ce stade, le bilan de la réaction est écrit en toutes lettres : fer + acide chlorhydrique → dihydrogène + solution de chlorure de fer (II) Thème de convergence : sécurité

A.1.4 - Pile électrochimique et énergie chimique

De nombreux appareils courants (lampe de poche, télécommande, calculatrice, petits appareils domestiques tels que rasoirs, appareils photographiques, téléphones portables, outils de bricolage...) fonctionnent avec des piles électrochimiques ou avec des

accumulateurs. Quelques notions d'énergie chimique sont donc proposées à ce niveau d'enseignement en se limitant aux piles électrochimiques.

Connaissances	Capacités	Commentaires
APPROCHE DE L'ÉNERGIE CHIMIQUE : comment une pile électrochimique peut-elle être une source d'énergie ?		
La pile est un réservoir d'énergie chimique. Lorsque la pile fonctionne, une partie de cette énergie est transférée sous d'autres formes. L'énergie mise en jeu dans une pile provient d'une réaction chimique : la consommation de réactifs entraîne l'usure de la pile.	Réaliser, décrire et schématiser la réaction entre une solution aqueuse de sulfate de cuivre et de la poudre de zinc : - par contact direct ; - en réalisant une pile.	La notion de couples oxydo-réducteur est hors programme. Thème de convergence : énergie

A2 - SYNTHÈSE D'ESPÈCES CHIMIQUES

Un des objectifs premiers de la chimie est de produire de nouvelles espèces chimiques à partir d'autres ; les notions de corps pur, de transformation chimique, de réactifs et de produits sont ainsi réinvesties. Les élèves doivent avoir pris conscience, à la sortie du collège, que la chimie a aussi un caractère novateur qui consiste :

- soit à synthétiser des espèces chimiques déjà existantes dans la nature, afin d'en abaisser le coût et/ou d'en garantir la disponibilité ;
- soit à créer des espèces chimiques n'existant pas dans la nature, afin de répondre à des besoins.

Connaissances	Capacités	Commentaires
SYNTHÈSE D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE EXISTANT DANS LA NATURE : comment synthétiser l'arôme de banane ?		
Il est possible de réaliser la synthèse d'espèces chimiques déjà existantes dans la nature.	Suivre le protocole de la synthèse, effectuée de manière élémentaire de l'acétate d'isoamyle. Identifier les risques correspondants, respecter les règles de sécurité.	La synthèse d'un arôme peut être réalisée de façon élémentaire par les élèves et de façon plus élaborée par l'enseignant.
CRÉATION D'UNE ESPÈCE CHIMIQUE N'EXISTANT PAS DANS LA NATURE : comment créer de nouvelles espèces chimiques ?		
Il est possible de réaliser la synthèse d'espèces chimiques n'existant pas dans la nature. <i>Le nylon® comme les matières plastiques sont constitués de macromolécules.</i>	<i>Suivre le protocole permettant de réaliser la synthèse du nylon® ou d'un savon.</i> Identifier les risques correspondants, respecter les règles de sécurité.	Thèmes de convergence : sécurité, santé

B - ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET CIRCUITS ÉLECTRIQUES EN « ALTERNATIF »

L'électricité est omniprésente dans notre vie quotidienne. La finalité de cette partie est d'aborder la notion de tension alternative en partant de la centrale électrique et d'introduire quantitativement puissance et énergie électriques. L'expression utilisée comme titre

de cette rubrique, les circuits électriques en « alternatif », est celle qui est employée dans la vie courante.

B.1 - De la centrale électrique à l'utilisateur

Connaissances	Capacités	Commentaires
DES POSSIBILITÉS DE PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ : quel est le point commun des différentes centrales électriques ?		
L'alternateur est la partie commune à toutes les centrales électriques. L'énergie mécanique reçue par l'alternateur est convertie en énergie électrique.	Réaliser un montage permettant d'allumer une lampe ou de faire tourner un moteur à l'aide d'un alternateur. <i>Organiser l'information utile afin de traduire les conversions énergétiques dans un diagramme incluant les énergies perdues pour l'utilisateur.</i>	
Sources d'énergie renouvelables ou non.	Extraire d'un document les informations relatives aux sources d'énergie.	Thèmes de convergence : développement durable, énergie
L'ALTERNATEUR : comment produire une tension variable dans le temps ?		
Un alternateur produit une tension variable dans le temps. Une tension, variable dans le temps, peut être obtenue par déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine.	Pratiquer une démarche expérimentale pour illustrer l'influence du mouvement relatif d'un aimant et d'une bobine pour produire une tension.	Thèmes de convergence : développement durable, énergie
TENSION CONTINUE ET TENSION ALTERNATIVE PÉRIODIQUE : qu'est-ce qui distingue la tension fournie par le secteur de celle fournie par une pile ?		
Tension continue et tension variable au cours du temps. Tension alternative périodique. Période. Valeurs maximale et minimale d'une tension.	<i>Construire le graphique représentant les variations d'une tension au cours du temps.</i> En extraire des informations pour reconnaître une tension alternative périodique, pour déterminer graphiquement sa valeur maximale et sa période. Décrire le comportement de la tension en fonction du temps. <i>Utiliser un tableur pour recueillir, mettre en forme les informations afin de les traiter.</i>	

Connaissances	Capacités	Commentaires
L'OSCILLOSCOPE ET/OU L'INTERFACE D'ACQUISITION, INSTRUMENT DE MESURES DE TENSION ET DE DURÉE : que signifient les courbes affichées par un oscilloscope ou sur l'écran de l'ordinateur ?		
Fréquence d'une tension périodique et unité, l'hertz (Hz), dans le Système international (SI). <i>Relation entre la période et la fréquence.</i> La tension du secteur est alternative. <i>Elle est sinusoïdale.</i> La fréquence de la tension du secteur en France est 50 Hz.	<i>Extraire des informations d'un oscillogramme pour reconnaître une tension alternative périodique.</i> <i>Mesurer sur un oscillogramme la valeur maximale et la période en optimisant les conditions de mesure.</i>	Toute manipulation directe sur le secteur est interdite.
MESURE D'UNE TENSION : qu'indique un voltmètre utilisé en «alternatif» ?		
Pour une tension sinusoïdale, un voltmètre utilisé en alternatif indique la valeur efficace de cette tension. <i>Cette valeur efficace est proportionnelle à la valeur maximale.</i>	Extraire des informations indiquées sur des générateurs ou sur des appareils usuels les valeurs efficaces des tensions alternatives. <i>Mesurer la valeur d'une tension efficace (très basse tension de sécurité).</i>	Au collège, il est recommandé de rester dans des domaines de tensions correspondant à la très basse tension de sécurité (TBTS), c'est-à-dire à des tensions inférieures à 25 V pour l'alternatif.

B.2 - Puissance et énergie électriques

En relation avec la vie quotidienne, il apparaît indispensable que le futur citoyen aborde quantitativement les notions de puissance et

d'énergie électriques afin de pouvoir gérer sa consommation électrique et de faire des choix énergétiques raisonnés.

Connaissances	Capacités	Commentaires
LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE : que signifie la valeur exprimée en watts (W), indiquée sur chaque appareil électrique ?		
Puissance nominale indiquée sur un appareil. Le watt (W) est l'unité de puissance du Système international (SI). Ordres de grandeur de puissances électriques domestiques.		L'étude du transformateur est hors programme. Thème de convergence : sécurité
<i>Pour un dipôle ohmique, $P = U.I$ où U et I sont des grandeurs efficaces.</i>	<i>Calculer, utiliser une formule.</i>	
L'intensité du courant électrique qui parcourt un fil conducteur ne doit pas dépasser une valeur déterminée par un critère de sécurité. Rôle d'un coupe-circuit.	Rechercher, extraire l'information utile pour repérer et identifier les indications de puissance, de tension et d'intensité sur les câbles et sur les prises électriques.	
LA MESURE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE : à quoi sert un compteur électrique ? que nous apprend une facture d'électricité ?		
L'énergie électrique E transférée pendant une durée t à un appareil de puissance nominale P est donnée par la relation $E = P.t$ Le joule est l'unité d'énergie du Système international (SI).	<i>Calculer, utiliser une formule.</i>	La relation $E = P.t$ ne doit pas faire l'objet d'une vérification expérimentale. Thème de convergence : énergie

C - De la gravitation ... à l'énergie mécanique

Cette partie est destinée à donner aux élèves des notions sur la gravitation et sa manifestation au voisinage de la Terre (poids d'un corps). Elle introduit l'énergie de position et l'énergie cinétique. Elle contribue à la formation du citoyen dans le domaine de la sécurité routière.

C1 - Interaction gravitationnelle

Après une présentation du système solaire, l'enseignant introduit progressivement la gravitation comme une action attractive à distance entre deux objets ayant une masse puis comme une

interaction qui dépend de la distance entre les deux objets. La notion d'énergie de position est abordée ainsi que sa conversion en énergie de mouvement.

Connaissances	Capacités	Commentaires
NOTION DE GRAVITATION : pourquoi les planètes gravitent-elles autour du Soleil et les satellites autour de la Terre ?		
Présentation succincte du système solaire. Action attractive à distance exercée par : - le Soleil sur chaque planète ; - une planète sur un objet proche d'elle ; - un objet sur un autre objet du fait de leur masse. La gravitation est une interaction attractive entre deux objets qui ont une masse ; elle dépend de leur distance. <i>La gravitation gouverne tout l'Univers (système solaire, étoiles et galaxies).</i>	Suivre un raisonnement scientifique afin de comparer, en analysant les analogies et les différences, le mouvement d'une fronde à celui d'une planète autour du Soleil.	L'élève n'a pas à connaître les noms et la place de chacune des planètes au sein du système solaire. L'expression de la force d'interaction gravitationnelle entre deux masses est hors programme.
POIDS ET MASSE D'UN CORPS : pourquoi un corps a-t-il un poids ? Quelle est la relation entre le poids et la masse d'un objet ?		
Action à distance exercée par la Terre sur un objet situé dans son voisinage : poids d'un corps.		
Le poids P et la masse m d'un objet sont deux grandeurs de nature différente ; <i>elles sont proportionnelles.</i> <i>L'unité de poids est le newton (N).</i> <i>La relation de proportionnalité se traduit par</i> $P = m g$	Pratiquer une démarche expérimentale pour établir la relation entre le poids et la masse. Construire et exploiter un graphique représentant les variations du poids en fonction de la masse. Calculer, utiliser une formule.	Toute étude vectorielle (expression, représentation) est hors programme au collège.
ENERGIE MECANIQUE : comment évolue l'énergie d'un objet qui tombe sur Terre ?		
<i>Un objet possède :</i> <i>- une énergie de position au voisinage de la Terre ;</i> <i>- une énergie de mouvement appelée énergie cinétique.</i> <i>La somme de ses énergies de position et cinétique constitue son énergie mécanique.</i> <i>Conversion d'énergie au cours d'une chute.</i>	<i>Raisonner, argumenter pour interpréter l'énergie de mouvement acquise par l'eau dans sa chute par une diminution de son énergie de position.</i>	Les énergies de position, cinétique et mécanique sont abordées uniquement pour expliquer qualitativement les conversions d'énergie dans une chute d'eau (barrage hydraulique). Thèmes de convergence : sécurité, énergie

C2 - Énergie cinétique et sécurité routière

Dans les moyens de transport, l'homme cherche toujours à aller plus vite pour gagner du temps ; le train à grande vitesse (TGV) en est une remarquable illustration. Mais les trop nombreux accidents routiers qui touchent notamment les jeunes justifient à eux seuls

l'approche quantitative de l'énergie cinétique. Plus positivement, ce paragraphe peut être exploité avec profit dans le cadre de l'attestation scolaire de sécurité routière afin d'attirer l'attention des élèves sur les dangers de la vitesse.

Connaissances	Capacités	Commentaires
APPROCHE DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE : de quels paramètres l'énergie cinétique dépend-elle ?		
<i>La relation donnant l'énergie cinétique d'un solide en translation est $E_c = \frac{1}{2} m.v^2$.</i> <i>L'énergie cinétique se mesure en joules (J).</i>	<i>Décrire le comportement de l'énergie cinétique en fonction de la masse et de la vitesse.</i>	L'étude est réduite à celle d'un solide en translation. La notion de vitesse ayant déjà été abordée en mathématiques en classe de quatrième et utilisée en physique lors de l'étude de la lumière, le professeur se limite à un rappel.
Pourquoi la vitesse est-elle dangereuse ?		
La distance de freinage croît plus rapidement que la vitesse.	Exploiter les documents relatifs à la sécurité routière.	Thèmes de convergence : sécurité, énergie

**Bacheliers scientifiques
des voies générale et technologique
à compter de la session 2013**

**Formation en physique-chimie
au collège et au lycée**



Nouveaux profils des étudiants scientifiques en physique-chimie, à partir de la rentrée 2013

Dans le cadre de la réforme du lycée, mise en place à la rentrée 2010 en classe de seconde, de nouveaux objectifs ont été assignés à la formation des élèves, afin notamment de leur donner la capacité à s'adapter à une société en constante évolution et de mieux les préparer à l'entrée dans l'enseignement supérieur en développant leur autonomie et en les amenant à prendre davantage d'initiatives.

L'accueil, dès la rentrée 2013, de ces « nouveaux » lycéens à l'université et dans toutes les formations post-baccalauréat nécessite, pour y favoriser leur réussite, de bien connaître les formations dispensées en amont, tant au niveau des contenus d'enseignement que des méthodes d'enseignement.

L'objectif de ce document est de présenter de manière synthétique les thématiques et les contenus abordés en physique-chimie, du collège au lycée dans les différentes filières scientifiques, générales et technologiques, ainsi que les compétences scientifiques et générales visées par les programmes et évaluées au baccalauréat. La lecture des textes officiels des programmes publiés au BOEN et de documents ressources accessibles en ligne, dont une sitographie est proposée en fin de document, permettra de compléter et d'illustrer les informations fournies.

Outre le caractère expérimental toujours affirmé dans l'enseignement de physique-chimie du collège au lycée, la pratique de **la démarche scientifique** sert de fil conducteur aux nouveaux programmes du lycée, la recherche et l'exploitation de l'information, ainsi que la résolution de problèmes sont aussi d'autres activités nouvelles proposées aux élèves. Outre des notions et contenus scientifiques, c'est **l'acquisition de compétences** qui est recherchée avec la capacité à les mobiliser en autonomie et à les transférer dans différents domaines et dans des situations de la vie courante.

Plan du document	Page
1. Les horaires annuels de physique-chimie au collège et au lycée	5
2. Une approche thématique de la physique-chimie autour de problématiques sociétales ou scientifiques	6
3. Des thèmes aux contenus abordés en physique-chimie du collège à la Terminale	
3.1. Chimie en filière S	7
3.2. Physique en filière S	8
3.3. Chimie en filière STL PCL	9
3.4. Physique en filière STL PCL	11
3.5. Chimie en STI2D	13
3.6. Physique en STI2D	14
4. Les compétences développées autour de la pratique de la démarche scientifique, de l'analyse de documents et de la résolution de problèmes (extrait des préambules des programmes de la filière scientifique du lycée)	15
5. Les compétences expérimentales évaluées lors des épreuves pratiques du baccalauréat S et STL-PCL (<i>extrait du cahier des charges de l'épreuve</i>)	16
6. Les compétences développées autour de la mesure (<i>extrait commun des programmes de Terminale S, STI2D, STL</i>)	17
7. Les compétences développées et les contenus abordés en mathématiques	
7.1. En terminale S	18
7.2. En terminale STI2D-STL	19
7.3. Algorithmique	
8. Bibliographie et sitographie	20

1. Les horaires annuels¹ d'enseignement de physique-chimie

COLLEGE*

Niveaux	Physique-chimie ²
5 ^{ème}	48 h
4 ^{ème}	48 h
3 ^{ème}	64 h
<i>Total collège</i>	<i>160 h</i>

LYCEE*

Voie générale**	Voie technologique industrielle**		Voie technologique de laboratoire Physique et chimie de laboratoire**		
Seconde	96 h				
Première S	96 h	Première STI2D	96 h	Première STL-PCL - Physique-chimie - Chimie-bio-vie ³ - Mes et instrum ⁴ - Spécialité PCL - ETLV ⁵	Total 512 h 96 h dont 1/3 chimie 128 h dont 1/2 chimie 64 h dont 1/2 chimie 192 h dont 1/2 chimie 32 h dont 1/2 chimie
Terminale S spécifique	160 h	Terminale STI2D	128 h	Terminale STL-PCL - Physique-chimie - Chimie-bio- vie - Spécialité PCL - ETLV	Total 608 h 128 h dont 1/3 chimie 128 h dont 1/4 chimie 320 h dont 1/2 chimie 32 h dont 1/2 chimie
Terminale S spécialité	64 h				
<i>Total filière S avec spécialité</i>	<i>416 h</i>	<i>Total filière STI2D</i>	<i>320 h</i>	<i>Total filière STL-PCL</i>	<i>1216 h</i>

* L'organisation de l'horaire élève, notamment la mise en place de séances à effectifs allégés, est décidée, en collège comme en lycée, au niveau de l'établissement, à partir de propositions établies par le conseil pédagogique.

** Dans toutes les voies, des dispositifs nouveaux ont été mis en place pour favoriser la réussite des élèves au lycée, et les amener à effectuer des choix d'orientation et de poursuite d'études en adéquation avec leurs goûts et compétences : les **enseignements d'exploration** en seconde et **l'accompagnement personnalisé** à tous les niveaux. Ce dernier propose, selon les besoins, des activités de soutien ou d'approfondissement, dans les disciplines majeures de la filière, qui pourront amener certains élèves à disposer de davantage de connaissances et compétences que celles exigibles dans les programmes. Rappelons que la mise en œuvre des **Travaux personnels encadrés** (TPE) dans la voie générale et de démarches de **projets** dans la voie technologique conduit aussi les élèves à développer des compétences et à construire de nouveaux savoirs par eux-mêmes.

¹ En fait l'horaire élève est défini hebdomadairement ; l'horaire annuel d'enseignement est comptabilisé sur 32 semaines (l'année scolaire compte 36 semaines, mais 10% environ du temps est consacré à l'évaluation des élèves).

² En collège, comme dans la filière S, la part de la physique et celle de la chimie sont les mêmes.

³ Enseignement de Chimie-Biochimie-Sciences de la vie : enseignement intégré de ces trois disciplines.

⁴ Mesures et instrumentation : enseignement sur précision, fiabilité des mesures.

⁵ ETLV : enseignement technologique en langue vivante : enseignement en co-animation entre professeur de langue et professeur de science.

2. Une approche thématique de la physique-chimie, autour de problématiques sociétales ou scientifiques

Niveau	Enseignement	Thèmes abordés
Seconde ⁶	Tronc commun	Santé Sport Univers
	Enseignement d'exploration* « Méthodes et pratiques scientifiques »	Sciences et aliments, Sciences et cosmétologie, Sciences et investigation policière, Science et prévention des risques,
	Enseignement d'exploration* « Sciences et laboratoire »	Géosphère, atmosphère terrestre, physico-chimie des matériaux du vivant, modes de vie, prévention des pollutions et des risques, enjeux énergétiques contemporains, information et transmission

* Les thèmes effectivement abordés dans les enseignements d'exploration sont laissés à l'initiative des équipes pédagogiques. Tous ne sont pas traités, d'autres, non mentionnés, peuvent l'être.

Première L et ES	Enseignement scientifique	Nourrir l'humanité Représentation visuelle du monde Le défi énergétique
------------------	---------------------------	---

Première S ⁷	Physique-chimie	Observer Comprendre : lois et modèles Agir : défis du XXI ^e siècle
Terminale S ⁸	Enseignement spécifique Physique-chimie	Observer Comprendre : lois et modèles Agir : défis du XXI ^e siècle
	Enseignement de spécialité Physique-chimie	Eau Matériaux Sons et musique

L'enseignement de physique et chimie des séries technologiques STI2D et STL est constitué de deux parties :

- Un tronc commun aux deux séries, intitulé « physique-chimie »
- Un enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques de laboratoire et un enseignement de chimie, biochimie et sciences du vivant pour la série STL spécialité SPCL,

Première STI2D-STL, Terminale STI2D-STL ⁹	Physique-chimie	Vêtement-revêtement, habitat, transport, santé
Première STL ¹⁰ Terminale STL ⁹	Chimie-biochimie-Sciences de la vie	Le vivant : constitution, fonctionnement, échanges de matière, d'énergie et d'information
	Enseignement de spécialité Sciences physiques et chimiques de laboratoire	Images, Ondes Chimie et développement durable : synthèses et analyses chimiques Systèmes et procédés

En terminale STL, la conduite de projet occupe une place importante et fait l'objet d'une évaluation spécifique au baccalauréat.

⁶ BOEN spécial n° 6 du 28 août 2008

⁷ BOEN HS n°9 du 30 septembre 2010

⁸ BOEN n°8 du 13 octobre 2011

3. Des thèmes aux contenus abordés du collège à la Terminale

Au collège, comme au lycée, les programmes de physique-chimie, du fait de leurs entrées thématiques, ne distinguent plus la chimie de la physique. Ci-après, les contenus abordés à chaque niveau ont été regroupés dans des domaines spécifiques à chacune des deux disciplines.

3.1. Chimie en filière S

		Constitution de la matière	Transformation de la matière	Analyse de la matière
5 ^{ème} L'eau et les boissons		État de la matière Solvant, soluté, solution Mélange, corps pur	Changement d'état et cycle de l'eau	Identification eau Filtration, distillation
4 ^{ème} L'air et les combustions		Molécules, atomes	Combustions, réactifs, produits, transformation chimique	Identification O ₂ , CO ₂
3 ^{ème} Métaux, chimie et énergie		Métaux, ions et solutions ioniques, Valeur pH et notions d'acide et de base	Synthèses ; piles Réaction du fer avec l'acide chlorhydrique	Identification H ₂ , ions métalliques, acide, base Mesure de pH
Seconde	Santé Sport Univers	Espèces chimiques Éléments chimiques, atomes, noyaux, isotopes, cortège électronique Règle du duet et de l'octet, ions monoatomiques Classification périodique des éléments Formules moléculaires Molécules simples et complexes Isomérisation Groupes caractéristiques	Synthèse d'une espèce chimique Système chimique Réaction chimique Écriture symbolique de la réaction : équation chimique Dissolution d'un gaz dans un liquide	Quantité de matière (mol), masses molaires Détermination de concentration massique ou molaire par comparaison Dissolution, dilution Extraction, séparation et identification d'espèces chimiques (aspect, températures de changement d'état, solubilité, densité, masse volumique) CCM
1ère S	Observer	Isomérisation Z/E et vision Interaction lumière-matière : quantification des niveaux d'énergie Liaison covalente Formule de Lewis, doublet non liant. Relation structure propriétés : couleur et molécules à liaisons conjuguées, indicateurs colorés	État final du système, réactif limitant, stoechiométrie, avancement	Spectrophotométrie Dosage de solutions par étalonnage, loi de Beer-Lambert Paramètres d'influence sur la couleur
	Comprendre	Solide ionique, moléculaire, électro-négativité, polarité Nomenclature alcools, alcanes ; liens température de changement d'état et structure, miscibilité dans l'eau	Conservation de la matière lors des dissolutions Variation de température et changement d'état par transfert thermique Énergie libérée lors des combustions	Distillation fractionnée Extraction par solvant
	Agir	Nanochimie : nanotubes de carbone, nanoparticules métalliques Alcools, aldéhydes et cétones : oxydations Acide carboxylique : propriétés acides, solubilité et pH Oxydants et réducteurs	Echanges d'électrons, piles et accumulateur Synthèse et hémisynthèse de molécules biologiquement actives Obtention d'un acide carboxylique, d'une cétone ; rendement d'une synthèse Synthèse de matériaux	Identification aldéhydes, cétones, acides Mesure de pH Piles : polarité, sens du courant et réaction chimique
Term S	Observer	Groupes caractéristiques : alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide		Spectrophotométrie UV-visible, IR et RMN ; groupes caractéristiques et chaînes carbonées
	Comprendre	Stéréoisomères, carbone asymétrique, chiralité, énantiomérisation, racémique, conformations Formules topologiques Liaisons polarisées : sites donneur et accepteur de doublet d'électrons, mouvement de doublet et flèche courbe	Transformations lentes et rapides : facteurs cinétiques et catalyse Transformations en chimie organique : modification de chaîne et de fonction, substitution, addition, élimination Échange de protons : acides forts et faibles, tampons	
	Agir	Espèces chimiques polyfonctionnelles	Chimie et développement durable (chimie verte) Stratégies de synthèse Sélectivité en chimie organique, protection de fonctions	Contrôle de qualité par dosage direct : étalonnage et titrage (pH-métrie, conductimétrie, colorimétrie) Justification des choix de techniques d'analyse

3.2. Physique en filière S

		Electricité	Optique - Ondes	Mécanique	Thermodynamique- Energie
5 ^{ème} Les circuits électriques : étude qualitative La lumière : sources et propagation rectiligne		Circuits en série, Circuits comportant une dérivation Conducteurs, isolants, générateurs, récepteurs, interrupteurs Court-circuit	Sources de lumière : sources primaires et objets diffusants Vision d'un objet Propagation rectiligne de la lumière Ombres Système Soleil-Terre-Lune		Etats physiques de la matière Modélisation microscopique d'un gaz, d'un liquide et d'un solide
4 ^{ème} Les lois du courant continu La lumière : couleur, image vitesse,		Intensité et tension : mesures par multimètres, lois d'additivité et d'unicité en circuit série ou comportant une dérivation, tension nominale et adaptation Le dipôle résistance : influence dans un circuit, loi d'Ohm, conv. d'énergie électrique en thermique	Lumières colorées Couleurs des objets Lentilles convergentes, divergentes Images sur un écran avec lentilles convergentes Œil et vision Verres correcteurs Vitesse de la lumière		L'air : composition et masse d'un litre d'air Compressibilité des gaz Diffusibilité des gaz Pression atmosphérique : manomètre, baromètre
3 ^{ème} L'énergie électrique et circuit électrique en « alternatif » De la gravitation...à l'énergie mécanique		Alternateur et production électrique Tension continue et tension alternative périod : période, fréquence, tension maximale, tension efficace Oscilloscope et voltmètre : mesures Puis et énergie électrique		Interaction gravitationnelle dans l'Univers (approche qualitative) Poids et masse d'un corps Energie mécanique : énergie de position et énergie cinétique Conversion d'énergie Distance de freinage	
Seconde	Santé Sport Univers	Caractéristiques d'un signal périodique Utilisation d'un oscilloscope	Ondes acoustiques, ém : fréquence, période, longueur d'onde Propagation rectiligne Réfraction, réflexion totale, dispersion, lois de Snell-Descartes Spectres d'émission et d'absorption, continus et de raies. L'année de lumière	Relativité du mouvement Référentiel, trajectoire Actions mécaniques ; modélisation par des forces, effets force sur mouvement : rôle de la masse du corps Principe d'inertie La gravitation universelle et l'interaction gravitationnelle La pesanteur terrestre.	Pression d'un gaz : loi de Boyle-Mariotte, Pression d'un liquide : influence de la profondeur
1ère S	Observer Comprendre Agir	Agir Transport et stockage de l'énergie Production d'énergie électrique Conversion énergie dans générateur, récepteur et rendement de conversion Loi d'Ohm, effet Joule Piles, accumulateurs	Observer Lentilles : images réelles, virtuelle, foyer, vergence, relation de conjugaison, grandissement Couleur, synthèse additive, soustractive, trichromie Loi de Wien Interaction lumière matière : le photon	Comprendre Interactions fondamentales Champs et forces (magnétique, électrostatique, de pesanteur) Energie cinétique, potentielle de pesanteur Frottements, dissipation d'énergie	Comprendre Cohésion matière, noyau Radioactivité, fission, fusion, défaut de masse, réaction nucléaire, énergie libérée. Formes d'énergie et principe de conservation de l'énergie Découverte neutrino
Term S	Observer Comprendre Agir	Agir Transmettre et stocker l'information Chaines de transmission ; Images numériques Signal analogique, signal numérique ; CAN, échantillonnage, quantification, numérisation Procédés de transmission : câble, fibre optique, ondes Débit binaire, atténuations Stockage optique : écriture et lecture des données sur un disque optique, capacités de stockage	Observer Ondes sismiques, ondes sonores ; absorption, propagation Détecteurs d'ondes Ondes progressives, retard Ondes prog. périodiques Analyse spectrale, hauteur, timbre Diffraction ; influence taille ouverture Interférences Effet Doppler Comprendre Transfert quantique d'énergie : émission et absorption quantique, Emission stimulée et amplifiée, oscillateur : laser Transitions d'énergie électroniques, vibratoires Dualité onde-particule	Comprendre Vecteur position, vitesse, accélération Référentiel galiléen Lois de Newton Conservation de la quantité de mouvement Mouvement d'un satellite Lois de Kepler Travail d'une force Force conservative, en potentielle Energie mécanique ; étude énergétique des Oscillations libres d'un syst. Temps et relativité restreinte : invariance de c, postulat d'Einstein, notion d'évènement, temps propre, dilatation des durées	Comprendre Notion de système et d'énergie interne ; interprétation microscopique Capacité thermique Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement Flux thermique, résistance thermique Bilan d'énergie Agir Nouvelles chaînes énergétiques Economies d'énergie

3.3. Chimie en filière STL PCL

		Constitution de la matière	Transformation de la matière	Analyse de la matière
5 ^{ème} L'eau et les boissons		État de la matière Solvant, soluté, solution Mélange, corps pur	Changement d'état et cycle de l'eau	Identification eau Filtration, distillation
4 ^{ème} L'air et les combustions		Molécules, atomes	Combustions, réactifs, produits, transformation chimique	Identification O ₂ , CO ₂
3 ^{ème} Métaux, chimie et énergie		Métaux, ions et solutions ioniques, Valeur pH et notions d'acide et de base	Synthèses ; piles Réaction du fer avec l'acide chlorhydrique	Identification H ₂ , ions métalliques, acide, base Mesure de pH
Seconde	Santé Sport Univers	Espèces chimiques Éléments chimiques, atomes, noyaux, isotopes, cortège électronique Règle du duet et de l'octet, ions monoatomiques Classification périodique des éléments Formules moléculaires Molécules simples et complexes Isomérisation Groupes caractéristiques	Synthèse d'une espèce chimique Système chimique Réaction chimique Écriture symbolique de la réaction : équation chimique Dissolution d'un gaz dans un liquide	Quantité de matière (mol), masses molaires Détermination de concentration massique ou molaire par comparaison Dissolution, dilution Extraction, séparation et identification d'espèces chimiques (aspect, températures de changement d'état, solubilité, densité, masse volumique) CCM
1 ^{ère} STL PCL	Tronc commun Physique-chimie	Vêtement et revêtement Chaînes carbonées et groupes caractéristiques Liaisons covalentes simple et double, formule de Lewis Interactions intermoléculaires Polymères : degré de polymérisation Santé Oxydants, réducteur, couple redox	Habitat Transf. chimique d'un système Combustions Avancement et bilan de matière Effet thermique, pouvoir calorifique Réactions de polymérisation Santé Réaction d'oxydo-réduction	Vêtement revêtement Règlement CLP européen, produit inflammable, point éclair, toxicité, VME, VLE, dose létale Santé Préparation d'une solution Dosage par comparaison
	Chimie-Biochimie-Science du vivant	L'eau solvant, liaisons hydrogène Solubilité des espèces chimiques dans l'eau en fonction de leur structure Osés, acides aminés, acides gras Isomères de configuration (atome de carbone asymétrique, double liaison C=C) Isomères de conformation De la structure primaire à la structure quaternaire des protéines	Réactions acide-base Réactions d'hydrolyse Paramètres influençant la vitesse d'une réaction, notions de catalyse	Mesure du pH
	Chimie et Développement durable	Sites nucléophiles et électrophiles Noms et formules d'acides, de bases, d'oxydants, de réducteurs usuels Groupes caractéristiques et IR Squelettes carbonés et RMN	Réactivité en chimie organique : oxydation, réduction, addition, élimination, substitution, aldolisation, crotonisation, estérification, hydrolyse Cinétique : facteurs cinétiques, énergie activation, catalyse homogène et hétérogène Réactions support de titrage : oxydation-réduction, acide-base Équivalence d'un titrage	Règles de sécurité, pictogrammes, toxicité, stockage, rejet Techniques séparation : distillation, recristallisation, filtration sous vide, Chromatographie : CCM et colonne Analyse qualitative : tests à partir banque de données, Validité des tests : précision, seuil Analyse quantitative : banc Kofler, réfractomètre, verrerie graduée, balance, pHmètre, conductimètre spectrophotomètre Préparation de solutions Dosages par étalonnage : échelle teinte, spectro., densimétrie, réfract. Dosages par titrage direct Analyse structurale ; UV, IR, RMN
Term STL PCL	Tronc commun Physique-chimie	Habitat Acide, base, solutions acides, basiques, pH Solvants Transport Propriétés physico-chimiques des familles de matériaux Santé Isotopes et radioactivité	Habitat Réaction acide-base Solubilisation Transport Transformation chimique et transfert thermique : combustion Corrosion Protection contre la corrosion Transf. chimique et transfert d'énergie sous forme électrique : piles, accumulateurs, piles à combustibles	Habitat Élimination d'une espèce par extraction par solvant
	Chimie-Biochimie-Science du vivant		Équilibre chimique, const. d'équilibre, quotient réactionnel, état final d'un système Facteurs influençant un état d'équilibre, déplacement de l'état d'équilibre	

			Enthalpie standard de réaction, couplage de réactions Estérification Réactions d'oxydoréduction, potentiels standards Procédés industriels où interviennent des organismes vivants (épuration des eaux, fermentations, ...)	
Chimie et Développement durable	Electronégativité : échelle et polarité Nucléophilie, électrophile et réactivité Complexes, ion ou atome central, ligand, liaison	Mécanismes réactionnels : étapes, int. réactionnels, catalyseurs, profils réactionnels Transformation spontanée et évolution vers état d'équilibre Augmentation rendement par déplacement d'équilibre Transformations forcées : électrolyse, apport énergie et évolution hors éq., bilan matière Synthèse inorganiques Réaction formation d'un complexe Réaction de dissolution dans l'eau : solubilité, paramètres d'influence, état final, sép par précipitation Réaction support de titrage : précipitation Prévision des réactions redox : échelles de potentiels standards, pouvoir oxydant ou réducteur, caractère favorisé d'une réaction	Extraction d'une espèce par dégazage, par solvant, par précipitation Solutions, solutés : densité, titre massique, conc. mass et molaire Analyse qualitative et structurale (reprise 1 ^{ère}) Dosage par étalonnage : Conductimétrie, conductance, conductivité, conductivité ionique molaire Bandelettes-test Dosage par titrage : ind. coloré acide-base et de précipitation Capteurs électrochimiques : électrode, pot. d'électrode, électrodes de référence, relation de Nernst, potentiel standard, électrode spécifique, dosage potentiométrique Choix d'une technique d'analyse : coût, durée, justesse, seuil détection, discrimination d'espèces dans un mélange.	
Systèmes et procédés	Famille de matériaux : céramiques, métaux et alliages, verres, matières plastiques, composites, ... Propriété physico-chimiques des matériaux : résistance méca., élec. thermique, chimique, dureté, densité, porosité, perméabilité, prop. optique		Diagrammes binaires : distillation, nature distillat, analyse par réfractométrie, colonnes, distillation sous pression réduite	

3.4. Physique en filière STL PCL

		Electricité	Optique - Ondes	Mécanique	Thermodynamique- Energie
5 ^{ème} Les circuits électriques : étude qualitative La lumière : sources et propagation rectiligne		Circuits en série, Circuits comportant une dérivation Conducteurs, isolants, générateurs, récepteurs, interrupteurs Court-circuit	Sources de lumière : sources primaires et objets diffusants Vision d'un objet Propagation rectiligne de la lumière Ombres Système Soleil-Terre-Lune		Etats physiques de la matière Modélisation microscopique d'un gaz, d'un liquide et d'un solide
4 ^{ème} Les lois du courant continu La lumière : couleur, image vitesse,		Intensité et tension : mesures par multimètres, lois d'additivité et d'unicité en circuit série ou comportant une dérivation, tension nominale et adaptation Le dipôle résistance : influence dans un circuit, loi d'Ohm, conversion d'énergie électrique en thermique	Lumières colorées Couleurs des objets Lentilles convergentes, divergentes Images sur un écran avec lentilles convergentes Œil et vision Verres correcteurs Vitesse de la lumière		L'air : composition et masse d'un litre d'air Compressibilité des gaz Diffusibilité des gaz Pression atmosphérique : manomètre, baromètre
3 ^{ème} L'énergie électrique et circuit électrique en « alternatif » De la gravitation...à l'énergie mécanique		Alternateur et production électrique Tension continue et tension alternative périodique : période, fréquence, tension maximale, tension efficace Oscilloscope et voltmètre Puissance et énergie électrique		Interaction gravitationnelle dans l'Univers (approche qualitative) Poids et masse d'un corps Energie mécanique : énergie de position et énergie cinétique Conversion d'énergie Distance de freinage	
Seconde	Santé Sport Univers	Caractéristiques d'un signal périodique Utilisation d'un oscilloscope	Ondes acoustiques, ém : fréquence, période, longueur d'onde Propagation rectiligne Réfraction, réflexion totale, dispersion, lois de Snell-Descartes Spectres d'émission et d'absorption, continus et de raies. L'année de lumière	Relativité du mouvement Référentiel, trajectoire Actions méca. ; modélisation par des forces, effets force sur mouvement : rôle de la masse Principe d'inertie Gravitation et l'interaction gravitationnelle Pesanteur terrestre.	Pression d'un gaz : loi de Boyle-Mariotte, Pression d'un liquide : influence de la profondeur
1 ^{ère} STL PCL	Tronc commun physique-chimie	Habitat Energie et puissance électrique Tension, Intensité Dipôles actifs et passifs Effet Joule Energie stockée dans un condensateur et une bobine Transport électricité, sécurité électrique	Habitat Sources lumineuses Flux lumineux, long d'onde, couleur et spectre Habitat et santé Ondes sonores et ultrasonores : propagation Puissance et intensité sonore : transmission, absorption, réflexion Santé Ondes mécaniques : ondes progressives Ondes ultrasonores : transducteur, réflexion, transmission Ondes ém. : absorption, transmission Rayonnement laser	Transport Référentiels, trajectoire, vitesse, vitesse angulaire, accélération Energie cinétique d'un solide en mvt de translation, en mvt de rotation Moment d'inertie d'un solide autour d'un axe Energie pot de pesanteur, pot élastique, mécanique	Habitat Formes d'énergie Relation puissance-énergie Energie interne, capacité thermique Transfert thermique Effet Joule Changements énergétiques Vêtement – revêtement Conduction, convection, rayonnement Flux thermique Conductivité et résistance thermique matériaux
	Image	Source d'information, signaux, débit Chaîne de transmission d'informations Milieux et canaux de transmission : câbles, filtres, faisceaux hertziens Image numérique : stockage et mémorisation des images	Chambre noire et sténopé, Syst. optique : objet, image Lumière : flux, réflexion spéculaire et diffuse, filtre optique Faisceaux : déviation, déformation, aberrations, Stigmatisme, Conjugaison Lentilles minces, association App photo numériques : mise au point, ouverture, temps de pose, champ :		Interaction rayonnement-matière : émission, absorption, diffusion Le photon : quantification des niveaux d'énergie

			<p>grandissement, prof champ, grossissement</p> <p>Spectroscopie : prisme de réseaux, spectres, couleurs, synthèse add. et soust., filtre, pigments et colorants</p> <p>Œil</p> <p>Grand photométriques : flux, éclairage</p> <p>Sources laser : directivité, monochromaticité, puissance</p> <p>Reconstitution image par les imageurs,</p>		
Term STL-PCL	Tronc commun physique-chimie	<p>Habitat</p> <p>Capteurs, chaînes de mesures, grandeurs numériques et analogiques</p> <p>Santé</p> <p>Champ magnétiques : sources de champs, de champs intenses : électroaimant, supraconducteur</p>	<p>Habitat</p> <p>Ondes em : spectre, champs elect., magnétique</p> <p>Capteurs</p> <p>Transport</p> <p>Spectres d'un signal périodique : fréquence fondamentale, harmoniques</p> <p>Santé</p> <p>Ondes électromag. : gamma, X, UV, visible, IR</p> <p>Réflexion, absorption, transmission des ondes em</p>	<p>Transport</p> <p>Actions méca. : forces et moments, couples et moments</p> <p>Transfert énergie par travail mécanique</p> <p>Cons et non cons énergie méca.</p> <p>Frottement de contact entre solides</p> <p>Action d'un fluide sur un sol en mouvement</p>	<p>Habitat</p> <p>Pression dans un fluide, Equilibre d'un fluide</p> <p>Écoulement stationnaire : débit vol et massique</p> <p>Etat de la matière : transf. thermique et changt. d'état</p> <p>Transport</p> <p>Transfert én. par travail méc.</p> <p>Cons. et non cons. énergie mécanique</p> <p>Chaînes énergétiques, Energie et puissance</p> <p>Puis absorbée, utile, réversibilité, rendement</p> <p>Santé</p> <p>Radioactivité, activité, décroissance, demi-vie.</p> <p>Ech én rayt matière</p>
	Ondes	<p>Perturbation systèmes, phénomènes vibratoires, système oscillant en élec., oscillations forcées</p> <p>résonance, oscillations auto-entretenues : source de signal, spectre en amplitude</p> <p>Analogie électromécanique</p> <p>Effet piezoélectrique</p>	<p>Ondes prog. périodique : célérité, retard, période temp. et spatiale, prop. libre et guidée</p> <p>Voir</p> <p>Voir plus grand : objectif, oculaires, diaphrag. et diffraction, résolution instrument, grossissement,</p> <p>Voir plus loin : Miroirs sphérique, miroir plan</p> <p>Télescopes, grossissement</p> <p>Mesurer : propagation, réfraction, réflexion, diffusion, diffraction, interférences, réseaux, Struct. onde em : onde polarisées, polariseur, analyseur</p> <p>Effet Doppler</p> <p>Agir Concentrer et diriger des ondes : focalisation, foyer, dist focale.</p> <p>Utiliser l'én transp par les ondes : interférences const et dest, ondes stat, cavité résonnante, modes propres, polarisation</p> <p>Communiquer avec les ondes : ondes guidées, non guidées, trans, guide d'onde, câble, spectre</p>	<p>Perturbation systèmes, phénomènes vibratoires, système oscillant en méca, résonance</p> <p>Analogie électromécanique</p>	<p>Forme d'énergie dans phénomène oscillatoire : effets dissipatifs, amortissement</p> <p>Coefficient de transmission, d'absorption et de réflexion énergétique</p> <p>Transport d'énergie</p> <p>Grandeurs radiométriques : flux énergétiques, éclairage énergétique, cas du laser, effet sur la matière inerte et vivante</p>
	Systèmes et procédés	<p>Modèle du dipôle actif</p> <p>Caractéristique d'un générateur, des grandeurs liées au transport de l'én électrique</p> <p>Conv stat én électrique</p> <p>Filtrage et amp de tension</p> <p>Numérisation d'une tension</p> <p>Contrôle et régulation : boucle, schéma fonct., régulation à action discontinue, continue</p>		<p>Mécanique des fluides</p> <p>Cons énergie, fluide incompressible en mvt, puissance hydraulique, pertes de charge</p>	<p>Transfert d'énergie d'une source froide à source chaude</p> <p>Transfert d'énergie sous forme travail et chaleur</p> <p>Modèle du gaz parfait</p> <p>1^{er} et 2^{ème} principe thermo, irréversibilité</p> <p>Flux thermiques, échangeur thermique, phénomènes transport</p>

3.5. Chimie en filière STI2D

		Constitution de la matière	Transformation de la matière	Analyse de la matière
5 ^{ème} L'eau et les boissons		État de la matière Solvant, soluté, solution Mélange, corps pur	Changement d'état et cycle de l'eau	Identification eau Filtration, distillation
4 ^{ème} L'air et les combustions		Molécules, atomes	Combustions, réactifs, produits, transformation chimique,	Identification O ₂ , CO ₂
3 ^{ème} Métaux, chimie et énergie		Métaux, ions et solutions ioniques, Valeur pH et notions d'acide et de base	Synthèses : piles Réaction du fer avec l'acide chlorhydrique	Identification H ₂ , ions métalliques, acide, base Mesure de pH
Seconde	Santé Sport Univers	Espèces chimiques Eléments chimiques, atomes, noyaux, isotopes, cortège électronique Règle du duet et de l'octet, ions monoatomiques Classification périodique des éléments Formules moléculaires Molécules simples et complexes Isomérisation Groupes caractéristiques	Synthèse d'une espèce chimique Système chimique Réaction chimique Ecriture symbolique de la réaction : équation chimique Dissolution d'un gaz dans un liquide	Quantité de matière (mol), masses molaires Détermination de concentration massique ou molaire par comparaison Dissolution, dilution Extraction, séparation et identification d'espèces chimiques (aspect, températures de changement d'état, solubilité, densité, masse volumique) CCM
1 ^{ère} STI2D	Tronc commun Physique-chimie	Vêtement et revêtement Squelettes et groupes caractéristiques Liaisons covalentes simple et double, formule de Lewis Interactions intermoléculaire Polymères : degré de polymérisation Santé Oxydant, réducteur, couple redox	Habitat Transf chimique d'un système Combustions Avancement et bilan de matière Effet thermique, pouvoir calorifique Réactions de polymérisation Santé Réaction d'oxydo-réduction	Vêtement revêtement Règlement CLP européen, produit inflammable, point éclair, toxicité, VME, VLE, dose létale Santé Préparation d'une solution Dosage par comparaison
Term STI2D	Tronc commun Physique-chimie	Habitat Acide, base, solutions acides, basiques, pH Solvants Transport Propriétés physico-chimiques des familles de matériaux	Habitat Réaction acide-base Solubilisation Transport Transf. chimique et transfert thermique : combustion Transf. chimique et transfert d'énergie sous forme électrique : piles, accumulateurs, piles à combustibles Corrosion Protection contre la corrosion	Habitat Elimination d'une espèce par extraction par solvant

3.6. Physique en filière STI2D

		Electricité Magnétisme	Optique - Ondes	Mécanique	Thermodynamique- Energie
5 ^{ème} Les circuits électriques : étude qualitative La lumière : sources et propagation rectiligne		Circuits en série, Circuits comportant une dérivation Conducteurs, isolants, générateurs, récepteurs, interrupteurs Court-circuit	Sources de lumière : sources primaires et objets diffusants Vision d'un objet Propagation rectiligne de la lumière : ombres Système Soleil-Terre-Lune		Etats physiques de la matière Modélisation microscopique d'un gaz, d'un liquide et d'un solide
4 ^{ème} Les lois du courant continu La lumière : couleur, image vitesse,		Intensité et tension : mesures par multimètres, lois d'additivité et d'unicité en circuit série ou comportant une dérivation, tension nominale et adaptation Le dipôle résistance : influence dans un circuit, loi d'Ohm, conv d'én élec en én thermique	Lumières colorées Couleurs des objets Lentilles convergentes, divergentes Images sur un écran avec lentilles convergentes Œil et vision Verres correcteurs Vitesse de la lumière		L'air : composition et masse d'un litre d'air Compressibilité des gaz Diffusibilité des gaz Pression atmosphérique : manomètre, baromètre
3 ^{ème} L'énergie électrique et circuit électrique en « alternatif » De la gravitation...à l'énergie mécanique		Alternateur et prod élec Tension continue et tension alternative périodique : période, fréquence, tension maximale, tension efficace Oscilloscope et voltmètre : mesures Puissance et én électrique		Interaction gravitationnelle dans l'Univers (approche qualitative) Poids et masse d'un corps Energie mécanique : énergie de position et énergie cinétique Conversion d'énergie Distance de freinage	
Seconde	Santé Sport Univers	Caractéristiques d'un signal périodique Utilisation d'un oscilloscope	Ondes acoustiques, ém : fréquence, période, longueur d'onde Propagation rectiligne Réfraction, réflexion totale, dispersion, lois de Snell-Descartes Spectres d'émission et d'absorption, continus et de raies. L'année de lumière	Relativité du mouvement Référentiel, trajectoire Actions mécaniques ; modélisation par des forces, effets force sur mvt : rôle de la masse du corps Principe d'inertie Gravitation et interaction gravitationnelle Pesanteur terrestre.	Pression d'un gaz : loi de Boyle-Mariotte, Pression d'un liquide : influence de la profondeur
1 ^{ère} STI2D	Tronc commun physique- chimie	Habitat Energie et puissance électrique Tension, Intensité Dipôles actifs et passifs Effet Joule Energie stockée dans un condensateur et une bobine Transport électricité, sécurité électrique	Habitat Sources lumineuses Flux lumineux, long d'onde, couleur et spectre Habitat et santé Ondes sonores et ultrasonores : propagation Puissance et intensité sonore : transmission, absorption, réflexion Santé Ondes méc : ondes progressives. Ondes US : transducteur, réflexion, transmission. Ondes ém : absorption, transmission Rayonnement laser	Transport Référentiels, trajectoire, vitesse, vitesse angulaire, accélération Energie cinétique d'un solide en mvt de translation, en mvt de rotation Moment d'inertie d'un solide autour d'un axe Energie pot de pesanteur, pot élastique, mécanique	Habitat Formes d'énergie Relation puissance-énergie Energie interne, capacité thermique Effet Joule Changements énergétiques Vêtement – revêtement Conduction, convection, rayonnement Flux thermique Conductivité et résistance thermique matériaux
Term STI2D	Tronc commun physique- chimie	Habitat Capteurs, chaînes de mesures, grandeurs numériques et analogiques Santé Champ magnétiques : sources de champs, de champs intenses : électro- aimant, supraconducteur	Habitat Ondes em : spectre, champs elect, magnétique Capteurs Transport Spectres d'un signal périodique : fréquence fondamental, harmoniques Santé Ondes électromag : gamma, X, UV, visible, IR Réflexion, absorption, transmission des ondes em	Transport Actions méca : forces et moments, couples et moments Transfert énergie par travail mécanique Cons et non cons énergie méc Frottement de contact entre solides Action d'un fluide sur un sol en mouvement	Habitat Pression dans un fluide, Equilibre d'un fluide Ecoulement stationnaire : débit vol et massique Etat de la matière : transf thermique et changt d'état Transport Transfert én par travail méc. Cons et non cons én méca. Chaînes énergétiques. En et puissance. Puis absorbée, utile, rév, rendement Santé Radioactivité, activité, décroissance, demi-vie, Protection. Echange én rayt matière

4. Les compétences développées autour de la pratique de la démarche scientifique, de l'analyse de documents et de la résolution de problèmes (*extraits des préambules des programmes*)

Toutes les filières S, STL-PCL, STI2D

Pratique de la démarche scientifique

Initier l'élève à la démarche scientifique, c'est lui permettre d'acquérir des **compétences** autour des trois grandes étapes que sont l'observation, la modélisation et l'action, compétences afin qu'il mette en œuvre un raisonnement pour :

- identifier un problème,
- proposer une démarche de résolution en mobilisant des connaissances, en recherchant et en exploitant de l'information, en formulant des hypothèses,
- concevoir et mettre en œuvre des protocoles expérimentaux,
- confronter les résultats aux hypothèses, aux modèles et exercer son esprit critique,
- argumenter, communiquer à l'oral ou à l'écrit,
- travailler en équipe.

Mise en œuvre d'activités expérimentales

Les activités expérimentales s'articulent autour de l'expérience de cours, qui permet un rapport premier entre le réel et sa représentation, et les activités expérimentales menées par les élèves, moyen d'appropriation de techniques, de méthodes, mais aussi des notions et des concepts. Associée à un questionnement inscrit dans un cadre de réflexion théorique, les activités expérimentales, menées dans l'environnement du laboratoire, contribuent à la formation de l'esprit scientifique et permettent l'acquisition de compétences spécifiques :

- analyser la situation problème,
- s'approprier la problématique du travail à effectuer,
- justifier ou proposer un protocole comportant des expériences, puis le réaliser.
- confronter ses représentations avec la réalité,
- porter un jugement critique sur la pertinence des résultats et des hypothèses faites dans la perspective de les valider,
- réaliser et analyser les mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée (confer 7. Compétences travaillées autour des « Mesures et incertitudes »).

L'activité expérimentale offre un cadre privilégié pour susciter la curiosité de l'élève, pour le rendre autonome et apte à prendre des initiatives, et pour l'habituer à communiquer en utilisant des langages et des outils pertinents.

Analyse et synthèse de textes et documentations scientifiques

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 connaissance. Deux compétences occupent une place centrale en terminale : « extraire » et « exploiter » des informations.

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...

Enseignement de spécialité physique-chimie de Terminale S

Résolution de problèmes

L'enseignement de spécialité prépare l'élève à une poursuite d'études scientifiques dans ce domaine, pour cela il place l'élève en situation de recherche et d'action pour consolider les compétences associées à une démarche scientifique, notamment dans le cadre d'une activité essentielle chez un scientifique : la résolution de problèmes scientifiques.

Lors de la démarche de résolution de ces problèmes, 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. 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 cette démarche.

Terminale STL

Conduite de projet

En première et terminale STL, les élèves sont initiés à la conduite de projet. Elle met en œuvre la démarche scientifique sur un sujet qui s'inscrit dans la durée – 32 heures en terminale - et qui peut être l'occasion de rencontres avec des chercheurs des domaines public ou privé. Dans cet enseignement, une large autonomie est accordée aux élèves et une plus grande responsabilité demandée. A l'issue de sa recherche, l'élève doit être capable de produire un document de communication sur sa démarche, de préparer et de soutenir un oral. La thématique du projet peut déborder du champ de l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire vers, par exemple, le domaine des sciences du vivant, sans toutefois exiger de la part des élèves l'acquisition de compléments scientifiques hors des programmes de la série STL suivie.

5. Les compétences expérimentales évaluées lors de l'épreuve pratique du baccalauréat S et du baccalauréat STL (extrait du cahier des charges des épreuves pratiques de baccalauréat S et STL)

Compétence	Conditions de mise en œuvre	Exemples de capacités et d'attitudes (non exhaustifs)
S'approprier	<p>Cette compétence est mobilisée dans chaque sujet sans être nécessairement évaluée.</p> <p>Lorsqu'elle est évaluée, l'énoncé ne doit pas fournir les objectifs de la tâche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation, - énoncer une problématique, - définir des objectifs.
Analyser	<p>Le sujet doit permettre une diversité des approches expérimentales et le matériel à disposition doit être suffisamment varié pour offrir plusieurs possibilités au candidat. Les documentations techniques seront mises à disposition.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - formuler une hypothèse, - proposer une stratégie pour répondre à la problématique, - proposer une modélisation, - choisir, concevoir ou justifier un protocole / dispositif expérimental, - évaluer l'ordre de grandeur d'un phénomène et de ses variations.
Réaliser	<p>Le sujet doit permettre à l'examineur d'observer la maîtrise globale de certaines opérations techniques et l'attitude appropriée du candidat dans l'environnement du laboratoire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - évoluer avec aisance dans l'environnement du laboratoire, - suivre un protocole, - respecter les règles de sécurité, - utiliser le matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée, - organiser son poste de travail, - effectuer des mesures avec précision, - reporter un point sur une courbe ou dans un tableau, - effectuer un calcul simple.
Valider	<p>Le sujet doit permettre à l'examineur de s'assurer que le candidat est capable d'identifier des causes de dispersion des résultats, d'estimer l'incertitude à partir d'outils fournis, d'analyser de manière critique des résultats et choisir un protocole plus approprié parmi deux possibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - exploiter et interpréter des observations, des mesures, - utiliser les symboles et unités adéquats, - vérifier les résultats obtenus, - valider ou infirmer une information, une hypothèse, une propriété, une loi, ... , - analyser des résultats de façon critique, - proposer des améliorations de la démarche ou du modèle, - utiliser du vocabulaire de la métrologie.
Communiquer	<p>Cette compétence est transversale. Elle est mobilisée sur l'ensemble de l'épreuve sans être nécessairement évaluée.</p> <p>Si on choisit de l'évaluer, le support de communication doit être imposé dans le sujet. Elle ne peut alors se réduire à une observation de la maîtrise de la langue au cours de quelques échanges avec l'examineur. Il s'agit de construire ici une argumentation ou une synthèse scientifique en utilisant l'outil de communication imposé par le sujet (un poster, une ou deux diapositives, un enregistrement sonore ou une vidéo, ...). Ce temps de communication ne pourra pas excéder 2 à 3 minutes en cas d'une communication orale imposée. Le contenu devra être en cohérence avec la réflexion et les résultats obtenus par le candidat.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - utiliser les notions et le vocabulaire scientifique adaptés, - présenter, formuler une proposition, une argumentation, une synthèse ou une conclusion de manière cohérente complète et compréhensible.
Être autonome, faire preuve d'initiative	<p>Cette compétence est transversale. Elle est mobilisée sur l'ensemble de l'épreuve en participant à la définition du niveau de maîtrise des autres compétences.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - travailler seul, - demander une aide pertinente.

6. Les compétences développées autour de la mesure (Extrait commun des programmes de Terminale S, STL et STI2D)

Mesures et incertitudes

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.

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, mais 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,...).
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.

7. Les compétences développées et les contenus abordés en mathématiques

Les programmes de mathématiques de première et terminale S, STI2D et STL outre l'apport de connaissances visent le développement des compétences suivantes :

- mettre en œuvre une recherche de manière autonome ;
- mener des raisonnements ;
- avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus ;
- communiquer à l'écrit ou à l'oral.

L'utilisation de logiciels de visualisation et de simulation, de calcul (formel ou scientifique) et de programmation modifie la nature de l'enseignement en favorisant une démarche d'investigation. Lors de la résolution de problèmes, les logiciels de calcul formel permettent de limiter le temps consacré à des calculs techniques pour se concentrer sur la mise en place des raisonnements.

Les activités proposés aux élèves les entraînent à :

- chercher, expérimenter, modéliser en particulier à l'aide d'outils logiciels ;
- choisir et appliquer des techniques de calcul ;
- concevoir et mettre en œuvre des algorithmes ;
- raisonner, démontrer ; trouver des résultats partiels et les mettre en perspective ;
- expliquer oralement une démarche, communiquer un résultat par oral ou par écrit.

7.1. Contenus en filière S

Le programme est construit autour de trois champs : analyse, géométrie, statistiques et probabilités.

Analyse

Première S	Terminale S
<p><i>Equation du second degré</i> <i>Fonctions</i> (racine carrée, valeur absolue, inverse). <i>Dérivation</i> : nombre dérivé et tangente à la courbe. <i>Suites arithmétique et géométriques</i>. Approche de la notion de limite d'une suite.</p>	<p><i>Suites</i> : raisonnement par récurrence ; limite finie ou infinie, opérations sur les limites, suite majorée ou minorée. <i>Limites de fonctions</i> : à l'infini, en un point ; limite d'une somme, d'un produit ou d'une composée de deux fonctions, asymptotes parallèles à l'un des axes de coordonnées. <i>Continuité</i> sur un intervalle, théorème des valeurs intermédiaires. <i>Intégration</i> : intégrale d'une fonction sur un segment, primitives d'une fonction ; valeur moyenne, calcul d'aires. <i>Fonctions usuelles</i> : sinus et cosinus, exponentielle (de base e uniquement), logarithme (népérien uniquement). Dérivées de $\sqrt{u(x)}$; $(u(x))^n$, $\exp(u(x))$, $\ln(u(x))$, $\sin x$, $\cos x$.</p>

Géométrie

Première S	Terminale S
<p><i>Géométrie plane</i> : colinéarité de deux vecteurs, vecteur directeur d'une droite, équation cartésienne d'une droite <i>Trigonométrie</i> : cercle trigonométrique ; mesure d'un angle orienté, radian. <i>Produit scalaire dans le plan</i>, vecteur normal à une droite, calculs de longueurs et d'angles.</p>	<p><i>Nombres complexes</i> Forme algébrique, conjugué, somme, produit, quotient, représentation géométrique, Affixe d'un point, d'un vecteur. Forme trigonométrique : module, argument, interprétation géométrique, notation exponentielle. <i>Géométrie dans l'espace</i> : Droites et plans : positions relatives, orthogonalité. Géométrie vectorielle : vecteurs coplanaires ; représentation paramétrique d'une droite. Produit scalaire de deux vecteurs dans l'espace : vecteur normal à un plan, équation cartésienne d'un plan.</p>

Statistiques et probabilités

Première S	Terminale S
<p><i>Statistique descriptive et analyse de données</i> : dispersion, écart type, variance, diagramme en boîte. <i>Probabilités</i> : variable aléatoire discrète et loi de probabilité, espérance, variance, écart-type. Epreuve de Bernoulli, loi de Bernoulli. Schéma de Bernoulli, loi binomiale. Coefficients binomiaux, triangle de Pascal. Espérance, variance et écart type de la loi binomiale. <i>Echantillonnage</i> : utilisation de la loi binomiale pour une prise de décision à partir d'une fréquence.</p>	<p><i>Conditionnement, indépendance</i> : conditionnement par un événement de probabilité non nulle, indépendance de deux événements. <i>Notion de loi à densité à partir d'exemple</i> : loi uniforme sur un segment, lois exponentielles, loi normale centrée réduite, loi normale d'espérance μ et d'écart type σ. Théorème de Moivre-Laplace. <i>Intervalle de fluctuation</i> <i>Estimation</i> : intervalle de confiance, niveau de confiance.</p>

7.2. Contenus en filière STI2D-STL

Les programmes de mathématiques de première et terminale STI2D et STL sont communs. Le programme est construit autour de trois champs : analyse, géométrie et nombres complexes, statistiques et probabilités.

Analyse

Première STI2D-STL	Terminale STI2D-STL
<p><i>Equation du second degré</i> : discriminant, signe du trinôme</p> <p><i>Fonctions circulaires</i> : éléments de trigonométrie, cercle trigonométrique ; mesure d'un angle orienté, radian, sinus et cosinus d'un angle orienté</p> <p><i>Etude de fonctions</i> : racine carrée, valeur absolue, inverse.</p> <p><i>Dérivation</i> : nombre dérivé et tangente à la courbe, fonction dérivée, extremum d'une fonction.</p> <p><i>Suites arithmétique et géométriques</i> : Approche de la notion de limite d'une suite.</p>	<p><i>Suites</i> : limites, suites géométriques (somme de termes consécutifs, limite)</p> <p><i>Limites de fonctions</i> : asymptote parallèle aux axes, limite finie à l'infini, limite infinie en un point, limite infinie à l'infini, limites et opérations</p> <p><i>Dérivées et primitives</i> : Calculs de dérivés (compléments), Primitive d'une fonction sur un intervalle</p> <p><i>Fonctions logarithmes</i> : fonction logarithme népérien, nombre e, fonction logarithme en base 10 et en base 2</p> <p>usuelles : sinus</p> <p><i>Fonctions exponentielles</i></p> <p><i>Intégration</i> : Intégrale d'une fonction et aire sous la courbe, calcul d'aires, valeur moyenne d'une fonction sur un intervalle</p> <p><i>Equations différentielles</i> : $y'+ay=b$, $y''+w^2y=0$, existence et unicité de la solution satisfaisant aux conditions initiales</p>

Géométrie et nombres complexes

Première STI2D-STL	Terminale STI2D-STL
<p><i>Produit scalaire dans le plan</i> : vecteur normal à une droite, calculs de longueurs et d'angles.</p> <p><i>Nombres complexes</i> : Forme algébrique, somme, produit, quotient, conjugué, représentation géométrique, Affixe d'un point, d'un vecteur module, argument, interprétation géométrique.</p>	<p><i>Produit scalaire dans le plan</i> : addition et duplication des sinus et cosinus</p> <p><i>Nombres complexes</i> : Forme exponentielle ; produit, quotient, conjugué</p>

Statistiques et probabilités

Première STI2D-STL	Terminale STI2D-STL
<p><i>Statistique descriptive et analyse de données</i> : dispersion, variance, écart type.</p> <p><i>Probabilités</i> : variable aléatoire, schéma de Bernoulli, loi binomiale. Espérance, variance, écart-type de la loi binomiale</p> <p><i>Echantillonnage</i> : utilisation de la loi binomiale pour une prise de décision à partir d'une fréquence.</p>	<p><i>Exemples de loi à densité</i> : loi uniforme sur un segment, espérance et variance d'une variable aléatoire suivant une loi uniforme, loi exponentielle, espérance d'une variable aléatoire suivant une loi exponentielle, loi normale d'espérance μ et écart-type σ ; approximation d'une loi binomiale par une loi normale.</p> <p><i>Prise de décision et estimation</i> : intervalle de fluctuation d'une fréquence, intervalle de confiance d'une proportion</p>

7.3. Algorithmique

Depuis la classe de seconde, les élèves savent concevoir et mettre en œuvre des algorithmes. Ils sont entraînés à :

- décrire certains algorithmes en langage naturel ou dans un langage symbolique ;
- réaliser quelques algorithmes à l'aide d'un tableur ou d'un programme sur calculatrice ou avec un logiciel adapté ;
- interpréter des algorithmes plus complexes.

Aucun langage ou logiciel n'est imposé.

À l'occasion de l'écriture d'algorithmes et de programmes, les élèves sont entraînés aux habitudes de rigueur et aux pratiques systématiques de vérification et de contrôle.

Dans le cadre d'une résolution de problème, les élèves doivent être capables :

- d'écrire une formule permettant un calcul ;
- d'écrire un programme calculant et donnant la valeur d'une fonction ;
- d'écrire les instructions d'entrée et de sorties nécessaires au traitement.
- de programmer un calcul itératif lorsque le nombre d'itérations est donné ;
- de programmer une instruction conditionnelle ou un calcul itératif avec une boucle de fin conditionnelle.

8. Sitographie et bibliographie

REFORME DU LYCEE

- Site Eduscol du Ministère de l'éducation nationale sur la réforme du lycée : <http://eduscol.education.fr/cid49773/reforme-du-lycee.html>

PROGRAMMES OFFICIELS

- Programmes officiels de physique-chimie et de mathématiques de seconde : BOEN spécial n° 6 du 28 août 2008,
- Programmes officiels de physique-chimie et de mathématiques de première S : BOEN HS n°9 du 30 septembre 2010,
- Programmes officiels de physique-chimie et de mathématiques de terminale S : BOEN n°8 du 13 octobre 2011

DOCUMENTS RESSOURCES

- Documents ressources pour les nouveaux programmes de lycée sur le site Eduscol : <http://eduscol.education.fr/cid46457/programmes-lycee.html>
- Documents ressources pour les nouveaux programmes de STL et STI2D sur le réseau national STL : <http://eduscol.education.fr/rnstl/>

ANNALES ZERO DU BACCALAUREAT

- baccalauréat S :
 - annales de l'épreuve écrite <http://spcfa.ac-amiens.fr/spip.php?article386>
 - annales de l'épreuve pratique (ECE : évaluation des compétences expérimentales) <http://spcfa.ac-amiens.fr/spip.php?article390> Avril 2011 –
- baccalauréat STI2D-STL
 - annales de physique-chimie (tronc commun) : <http://sciences-physiques.ac-montpellier.fr/spip.php?article346>
 - annales de l'épreuve pratique de STL : http://eduscol.education.fr/rnstl/actualites/sujets_zeros
 - annales de la sous épreuve CBSV de STL : <http://eduscol.education.fr/cid60446/annales-zero-cbsv.html>
 - annales de la sous épreuves de spécialité STL PCL http://eduscol.education.fr/rnstl/spcl-sc.-physiques-chimiques-laboratoire/spcl_programme_bac/sujet_zero_1_stl_splc

ACTIVITES EXPERIMENTALES

- Rapport de l'inspection générale «*Activités expérimentales, enjeux de formation* » : http://spcfa.ac-amiens.fr/sites/spcfa.ac-amiens.fr/IMG/pdf/Rapport_2011-Activites_experimentales_en_physique-chimie.pdf

ARTICLES

- Articles sur la réforme des programmes de chimie dans l'actualité chimique :
 - *Chimie « vivante », chimie du vivant, les nouveaux programmes de chimie*, Mauhourat M.B., Vigneron M, *Chimie Actualité chimique* (mai 2012), 363, p40-41,
 - *L'enseignement de la chimie au lycée général et technologique, horizon bac 2013*, Cheymol N., Vigneron M. *Actualité chimique* (avril 2011), 351, p39-41,

ministère
éducation
nationale

education.gouv.fr

[Accueil](#) > [Le Bulletin officiel](#) > [Bulletin officiel](#) > 2013 > n° 30 du 25 juillet 2013 > Enseignements primaire et secondaire

Enseignements primaire et secondaire

Formation des enseignants

Référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation

NOR : MENE1315928A

arrêté du 1-7-2013 - J.O. du 18-7-2013

MEN - DGESCO A3-3

Vu code de l'éducation ; décret n° 70-738 du 12-8-1970 modifié ; décret n° 72-580 du 4-7-1972 modifié ; décret n° 72-581 du 4-7-1972 modifié ; décret n° 80-627 du 4-8-1980 modifié ; décret n° 90-680 du 1-8-1990 modifié ; décret n° 92-1189 du 6-11-1992 modifié ; décret n° 94-874 du 7-10-1994 modifié ; avis du Haut conseil de l'éducation du 11-3-2013 ; avis du CSE du 6-6-2013

Article 1 - La liste des compétences que les professeurs, professeurs documentalistes et conseillers principaux d'éducation doivent maîtriser pour l'exercice de leur métier est précisée à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - L'arrêté du 12 mai 2010 portant définition des compétences à acquérir par les professeurs, documentalistes et conseillers principaux d'éducation pour l'exercice de leur métier est abrogé. Toutefois ses dispositions demeurent applicables aux personnels enseignants et d'éducation stagiaires, lauréats des concours de recrutement ouverts antérieurement au 1er septembre 2013.

Article 3 - Le présent arrêté entre en vigueur le 1er septembre 2013.

Article 4 - Le secrétaire général, le directeur général de l'enseignement scolaire et les recteurs sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 1er juillet 2013

Pour le ministre de l'éducation nationale
et par délégation,
Le secrétaire général,
Frédéric Guin

Pour le ministre de l'éducation nationale
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Paul Delahaye

Annexe

Référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation

Refonder l'école de la République, c'est garantir la qualité de son service public d'éducation et, pour cela, s'appuyer sur des personnels bien formés et mieux reconnus.

Les métiers du professorat et de l'éducation s'apprennent progressivement dans un processus intégrant des savoirs théoriques et des savoirs pratiques fortement articulés les uns aux autres.

Ce référentiel de compétences vise à

1. affirmer que **tous les personnels concourent à des objectifs communs** et peuvent ainsi se référer à la culture commune d'une profession dont l'identité se constitue à partir de la reconnaissance de l'ensemble de ses membres ;
2. reconnaître **la spécificité des métiers du professorat et de l'éducation**, dans leur contexte d'exercice ;
3. identifier les compétences professionnelles attendues. Celles-ci s'acquièrent et s'approfondissent au cours d'un processus continu débutant en formation initiale et se poursuivant tout au long de la carrière par l'expérience professionnelle accumulée et par l'apport de la formation continue.

Ce référentiel se fonde sur la définition de la notion de compétence contenue dans la recommandation 2006/962/CE du Parlement européen : « ensemble de connaissances, d'aptitudes et d'attitudes appropriées au contexte », chaque compétence impliquant de

celui qui la met en œuvre « la réflexion critique, la créativité, l'initiative, la résolution de problèmes, l'évaluation des risques, la prise de décision et la gestion constructive des sentiments ».

Chaque compétence du référentiel est accompagnée d'items qui en détaillent les composantes et en précisent le champ. Les items ne constituent donc pas une somme de prescriptions mais différentes mises en œuvre possibles d'une compétence dans des situations diverses liées à l'exercice des métiers.

Sont ainsi définies :

- des compétences communes à tous les professeurs et personnels d'éducation (compétences 1 à 14,
- des compétences communes à tous les professeurs (compétences P1 à P5) et spécifiques aux professeurs documentalistes (compétences D1 à D4),
- des compétences professionnelles spécifiques aux conseillers principaux d'éducation (compétences C1 à C8).

Compétences communes à tous les professeurs et personnels d'éducation

Les professeurs et les personnels d'éducation mettent en œuvre les missions que la nation assigne à l'École. En leur qualité de fonctionnaires et d'agents du service public d'éducation, ils concourent à la mission première de l'École qui est d'instruire et d'éduquer afin de conduire l'ensemble des élèves à la réussite scolaire et à l'insertion professionnelle et sociale. Ils préparent les élèves à l'exercice d'une citoyenneté pleine et entière. Ils transmettent et font partager à ce titre les valeurs de la République. Ils promeuvent l'esprit de responsabilité et la recherche du bien commun, en excluant toute discrimination.

Les professeurs et les personnels d'éducation, acteurs du service public d'éducation

En tant qu'agents du service public d'éducation, ils transmettent et font respecter les valeurs de la République. Ils agissent dans un cadre institutionnel et se réfèrent à des principes éthiques et de responsabilité qui fondent leur exemplarité et leur autorité.

1. Faire partager les valeurs de la République

- Savoir transmettre et faire partager les principes de la vie démocratique ainsi que les valeurs de la République : la liberté, l'égalité, la fraternité ; la laïcité ; le refus de toutes les discriminations.
- Aider les élèves à développer leur esprit critique, à distinguer les savoirs des opinions ou des croyances, à savoir argumenter et à respecter la pensée des autres.

2. Inscrire son action dans le cadre des principes fondamentaux du système éducatif et dans le cadre réglementaire de l'école

- Connaître la politique éducative de la France, les principales étapes de l'histoire de l'École, ses enjeux et ses défis, les principes fondamentaux du système éducatif et de son organisation en comparaison avec d'autres pays européens.
- Connaître les grands principes législatifs qui régissent le système éducatif, le cadre réglementaire de l'École et de l'établissement scolaire, les droits et obligations des fonctionnaires ainsi que les statuts des professeurs et des personnels d'éducation.

Les professeurs et les personnels d'éducation, pédagogues et éducateurs au service de la réussite de tous les élèves

La maîtrise des compétences pédagogiques et éducatives fondamentales est la condition nécessaire d'une culture partagée qui favorise la cohérence des enseignements et des actions éducatives.

3. Connaître les élèves et les processus d'apprentissage

- Connaître les concepts fondamentaux de la psychologie de l'enfant, de l'adolescent et du jeune adulte.
- Connaître les processus et les mécanismes d'apprentissage, en prenant en compte les apports de la recherche.
- Tenir compte des dimensions cognitive, affective et relationnelle de l'enseignement et de l'action éducative.

4. Prendre en compte la diversité des élèves

- Adapter son enseignement et son action éducative à la diversité des élèves.
- Travailler avec les personnes ressources en vue de la mise en œuvre du « projet personnalisé de scolarisation » des élèves en situation de handicap.
- Déceler les signes du décrochage scolaire afin de prévenir les situations difficiles.

5. Accompagner les élèves dans leur parcours de formation

- Participer à la construction des parcours des élèves sur les plans pédagogique et éducatif.
- Contribuer à la maîtrise par les élèves du socle commun de connaissances, de compétences et de culture.
- Participer aux travaux de différents conseils (conseil des maîtres, conseil de cycle, conseil de classe, conseil pédagogique, etc.), en contribuant notamment à la réflexion sur la coordination des enseignements et des actions éducatives.
- Participer à la conception et à l'animation, au sein d'une équipe pluri-professionnelle, des séquences pédagogiques et éducatives permettant aux élèves de construire leur projet de formation et leur orientation.

6. Agir en éducateur responsable et selon des principes éthiques

- Accorder à tous les élèves l'attention et l'accompagnement appropriés.
- Éviter toute forme de dévalorisation à l'égard des élèves, des parents, des pairs et de tout membre de la communauté éducative.
- Apporter sa contribution à la mise en œuvre des éducations transversales, notamment l'éducation à la santé, l'éducation à la citoyenneté, l'éducation au développement durable et l'éducation artistique et culturelle.
- Se mobiliser et mobiliser les élèves contre les stéréotypes et les discriminations de tout ordre, promouvoir l'égalité entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes.
- Contribuer à assurer le bien-être, la sécurité et la sûreté des élèves, à prévenir et à gérer les violences scolaires, à identifier toute forme d'exclusion ou de discrimination, ainsi que tout signe pouvant traduire des situations de grande difficulté sociale ou de maltraitance.
- Contribuer à identifier tout signe de comportement à risque et contribuer à sa résolution.
- Respecter et faire respecter le règlement intérieur et les chartes d'usage.
- Respecter la confidentialité des informations individuelles concernant les élèves et leurs familles.

7. Maîtriser la langue française à des fins de communication

- Utiliser un langage clair et adapté aux différents interlocuteurs rencontrés dans son activité professionnelle.
- Intégrer dans son activité l'objectif de maîtrise de la langue orale et écrite par les élèves.

8. Utiliser une langue vivante étrangère dans les situations exigées par son métier

- Maîtriser au moins une langue vivante étrangère au niveau B2 du cadre européen commun de référence pour les langues.
- Participer au développement d'une compétence interculturelle chez les élèves.

9. Intégrer les éléments de la culture numérique nécessaires à l'exercice de son métier

- Tirer le meilleur parti des outils, des ressources et des usages numériques, en particulier pour permettre l'individualisation des apprentissages et développer les apprentissages collaboratifs.
- Aider les élèves à s'approprier les outils et les usages numériques de manière critique et créative.
- Participer à l'éducation des élèves à un usage responsable d'internet.
- Utiliser efficacement les technologies pour échanger et se former.

Les professeurs et les personnels d'éducation, acteurs de la communauté éducative

Les professeurs et les personnels d'éducation font partie d'une équipe éducative mobilisée au service de la réussite de tous les élèves dans une action cohérente et coordonnée.

10. Coopérer au sein d'une équipe

- Inscrire son intervention dans un cadre collectif, au service de la complémentarité et de la continuité des enseignements comme des actions éducatives.
- Collaborer à la définition des objectifs et à leur évaluation.
- Participer à la conception et à la mise en œuvre de projets collectifs, notamment, en coopération avec les psychologues scolaires ou les conseillers d'orientation psychologues, le parcours d'information et d'orientation proposé à tous les élèves.

11. Contribuer à l'action de la communauté éducative

- Savoir conduire un entretien, animer une réunion et pratiquer une médiation en utilisant un langage clair et adapté à la situation.
- Prendre part à l'élaboration du projet d'école ou d'établissement et à sa mise en œuvre.
- Prendre en compte les caractéristiques de l'école ou de l'établissement, ses publics, son environnement socio-économique et culturel, et identifier le rôle de tous les acteurs.
- Coordonner ses interventions avec les autres membres de la communauté éducative.

12. Coopérer avec les parents d'élèves

- Œuvrer à la construction d'une relation de confiance avec les parents.
- Analyser avec les parents les progrès et le parcours de leur enfant en vue d'identifier ses capacités, de repérer ses difficultés et coopérer avec eux pour aider celui-ci dans l'élaboration et la conduite de son projet personnel, voire de son projet professionnel.
- Entretenir un dialogue constructif avec les représentants des parents d'élèves.

13. Coopérer avec les partenaires de l'école

- Coopérer, sur la base du projet d'école ou d'établissement, le cas échéant en prenant en compte le projet éducatif territorial, avec les autres services de l'État, les collectivités territoriales, l'association sportive de l'établissement, les associations complémentaires de l'école, les structures culturelles et les acteurs socio-économiques, en identifiant le rôle et l'action de chacun de ces partenaires.
- Connaître les possibilités d'échanges et de collaborations avec d'autres écoles ou établissements et les possibilités de partenariats locaux, nationaux, voire européens et internationaux.
- Coopérer avec les équipes pédagogiques et éducatives d'autres écoles ou établissements, notamment dans le cadre d'un environnement numérique de travail et en vue de favoriser la relation entre les cycles et entre les degrés d'enseignement.

14. S'engager dans une démarche individuelle et collective de développement professionnel

- Compléter et actualiser ses connaissances scientifiques, didactiques et pédagogiques.
- Se tenir informé des acquis de la recherche afin de pouvoir s'engager dans des projets et des démarches d'innovation pédagogique visant à l'amélioration des pratiques.
- Réfléchir sur sa pratique - seul et entre pairs - et réinvestir les résultats de sa réflexion dans l'action.
- Identifier ses besoins de formation et mettre en œuvre les moyens de développer ses compétences en utilisant les ressources disponibles.

Compétences communes à tous les professeurs

Au sein de l'équipe pédagogique, les professeurs accompagnent chaque élève dans la construction de son parcours de formation. Afin que leur enseignement favorise et soutienne les processus d'acquisition de connaissances, de savoir-faire et d'attitudes, ils prennent en compte les concepts fondamentaux relatifs au développement de l'enfant et de l'adolescent et aux mécanismes d'apprentissage, ainsi que les résultats de la recherche dans ces domaines.

Disposant d'une liberté pédagogique reconnue par la loi, ils exercent leur responsabilité dans le respect des programmes et des instructions du ministre de l'éducation nationale ainsi que dans le cadre du projet d'école ou d'établissement, avec le conseil et sous le contrôle des corps d'inspection et de direction.

Les professeurs, professionnels porteurs de savoirs et d'une culture commune

La maîtrise des savoirs enseignés et une solide culture générale sont la condition nécessaire de l'enseignement. Elles permettent aux professeurs des écoles d'exercer la polyvalence propre à leur métier et à tous les professeurs d'avoir une vision globale des apprentissages, en favorisant la cohérence, la convergence et la continuité des enseignements.

P 1. Maîtriser les savoirs disciplinaires et leur didactique

- Connaître de manière approfondie sa discipline ou ses domaines d'enseignement. En situer les repères fondamentaux, les enjeux épistémologiques et les problèmes didactiques.

- Maîtriser les objectifs et les contenus d'enseignement, les exigences du socle commun de connaissances, de compétences et de culture ainsi que les acquis du cycle précédent et du cycle suivant.

- Contribuer à la mise en place de projets interdisciplinaires au service des objectifs inscrits dans les programmes d'enseignement

En particulier, à l'école

. Tirer parti de sa polyvalence pour favoriser les continuités entre les domaines d'activités à l'école maternelle et assurer la cohésion du parcours d'apprentissage à l'école élémentaire.

. Ancrer les apprentissages des élèves sur une bonne maîtrise des savoirs fondamentaux définis dans le cadre du socle commun de connaissances, de compétences et de culture.

En particulier, au collège

. Accompagner les élèves lors du passage d'un maître polyvalent à l'école élémentaire à une pluralité d'enseignants spécialistes de leur discipline.

En particulier, au lycée général et technologique

. Articuler les champs disciplinaires enseignés au lycée avec les exigences scientifiques de l'enseignement supérieur.

P 2. Maîtriser la langue française dans le cadre de son enseignement

- Utiliser un langage clair et adapté aux capacités de compréhension des élèves.
- Intégrer dans son enseignement l'objectif de maîtrise par les élèves de la langue orale et écrite.
- Décrire et expliquer simplement son enseignement à un membre de la communauté éducative ou à un parent d'élève.

En particulier, à l'école

- . Offrir un modèle linguistique pertinent pour faire accéder tous les élèves au langage de l'école.
- . Repérer chez les élèves les difficultés relatives au langage oral et écrit (la lecture notamment) pour construire des séquences d'apprentissage adaptées ou/et alerter des personnels spécialisés.

En particulier, au lycée professionnel

- . Utiliser le vocabulaire professionnel approprié en fonction des situations et en tenant compte du niveau des élèves.

Les professeurs, praticiens experts des apprentissages**P 3. Construire, mettre en œuvre et animer des situations d'enseignement et d'apprentissage prenant en compte la diversité des élèves**

- Savoir préparer les séquences de classe et, pour cela, définir des programmations et des progressions ; identifier les objectifs, contenus, dispositifs, obstacles didactiques, stratégies d'étayage, modalités d'entraînement et d'évaluation.
- Différencier son enseignement en fonction des rythmes d'apprentissage et des besoins de chacun. Adapter son enseignement aux élèves à besoins éducatifs particuliers.
- Prendre en compte les préalables et les représentations sociales (genre, origine ethnique, socio-économique et culturelle) pour traiter les difficultés éventuelles dans l'accès aux connaissances.
- Sélectionner des approches didactiques appropriées au développement des compétences visées.
- Favoriser l'intégration de compétences transversales (créativité, responsabilité, collaboration) et le transfert des apprentissages par des démarches appropriées.

En particulier, à l'école

- . Tirer parti de l'importance du jeu dans le processus d'apprentissage.
- . Maîtriser les approches didactiques et pédagogiques spécifiques aux élèves de maternelle, en particulier dans les domaines de l'acquisition du langage et de la numération.

En particulier, au lycée

- . Faire acquérir aux élèves des méthodes de travail préparant à l'enseignement supérieur.
- . Contribuer à l'information des élèves sur les filières de l'enseignement supérieur.

En particulier, au lycée professionnel

- . Construire des situations d'enseignement et d'apprentissage dans un cadre pédagogique lié au métier visé, en travaillant à partir de situations professionnelles réelles ou construites ou de projets professionnels, culturels ou artistiques.
- . Entretenir des relations avec le secteur économique dont relève la formation afin de transmettre aux élèves les spécificités propres au métier ou à la branche professionnelle.

P 4. Organiser et assurer un mode de fonctionnement du groupe favorisant l'apprentissage et la socialisation des élèves

- Installer avec les élèves une relation de confiance et de bienveillance.
- Maintenir un climat propice à l'apprentissage et un mode de fonctionnement efficace et pertinent pour les activités.
- Rendre explicites pour les élèves les objectifs visés et construire avec eux le sens des apprentissages.
- Favoriser la participation et l'implication de tous les élèves et créer une dynamique d'échanges et de collaboration entre pairs.
- Instaurer un cadre de travail et des règles assurant la sécurité au sein des plateformes techniques, des laboratoires, des équipements sportifs et artistiques.
- Recourir à des stratégies adéquates pour prévenir l'émergence de comportements inappropriés et pour intervenir efficacement s'ils se manifestent.

En particulier, à l'école

- . À l'école maternelle, savoir accompagner l'enfant et ses parents dans la découverte progressive de l'école, de ses règles et de son fonctionnement, voire par une adaptation de la première scolarisation, en impliquant, le cas échéant, d'autres partenaires.
- . Adapter, notamment avec les jeunes enfants, les formes de communication en fonction des situations et des activités (posture, interventions, consignes, conduites d'étayage).
- . Apporter les aides nécessaires à l'accomplissement des tâches proposées, tout en laissant aux enfants la part d'initiative et de tâtonnement propice aux apprentissages.
- . Gérer le temps en respectant les besoins des élèves, les nécessités de l'enseignement et des autres activités, notamment dans les classes maternelles et les classes à plusieurs niveaux.
- . Gérer l'espace pour favoriser la diversité des expériences et des apprentissages, en toute sécurité physique et affective, spécialement pour les enfants les plus jeunes.

En particulier, au lycée professionnel

- . Favoriser le développement d'échanges et de partages d'expériences professionnelles entre les élèves.
- . Contribuer au développement de parcours de professionnalisation favorisant l'insertion dans l'emploi et l'accès à des niveaux de qualification plus élevés.
- . Mettre en œuvre une pédagogie adaptée pour faciliter l'accès des élèves à l'enseignement supérieur.

P 5. Évaluer les progrès et les acquisitions des élèves

- En situation d'apprentissage, repérer les difficultés des élèves afin mieux assurer la progression des apprentissages.
- Construire et utiliser des outils permettant l'évaluation des besoins, des progrès et du degré d'acquisition des savoirs et des compétences.
- Analyser les réussites et les erreurs, concevoir et mettre en œuvre des activités de remédiation et de consolidation des acquis.
- Faire comprendre aux élèves les principes de l'évaluation afin de développer leurs capacités d'auto-évaluation.
- Communiquer aux élèves et aux parents les résultats attendus au regard des objectifs et des repères contenus dans les programmes.

- Inscrire l'évaluation des progrès et des acquis des élèves dans une perspective de réussite de leur projet d'orientation.

Compétences spécifiques aux professeurs documentalistes

Les professeurs documentalistes exercent leur activité dans l'établissement scolaire au sein d'une équipe pédagogique et éducative dont ils sont membres à part entière. Ils ont la responsabilité du centre de documentation et d'information, lieu de formation, de lecture, de culture et d'accès à l'information. Ils contribuent à la formation de tous les élèves en matière d'éducation aux médias et à l'information.

Outre les compétences qu'ils partagent avec l'ensemble des professeurs, telles qu'elles sont énoncées ci-dessus, ils maîtrisent les compétences spécifiques ci-après.

Les professeurs documentalistes, enseignants et maîtres d'œuvre de l'acquisition par tous les élèves d'une culture de l'information et des médias

Les professeurs documentalistes apportent les aides nécessaires aux élèves et aux professeurs, notamment pour que les apprentissages et l'enseignement prennent en compte l'éducation aux médias et à l'information. Ils interviennent directement auprès des élèves dans les formations et les activités pédagogiques de leur propre initiative ou selon les besoins exprimés par les professeurs de discipline.

D 1. Maîtriser les connaissances et les compétences propres à l'éducation aux médias et à l'information

- Connaître les principaux éléments des théories de l'information et de la communication.
- Connaître la réglementation en matière d'usage des outils et des ressources numériques ; connaître le droit de l'information ainsi que les principes et les modalités de la protection des données personnelles et de la vie privée.
- Connaître les principaux concepts et analyses en sociologie des médias et de la culture.
- Savoir définir une stratégie pédagogique permettant la mise en place des objectifs et des apprentissages de l'éducation aux médias et à l'information, en concertation avec les autres professeurs.
- Faciliter et mettre en œuvre des travaux disciplinaires ou interdisciplinaires qui font appel à la recherche et à la maîtrise de l'information.
- Accompagner la production d'un travail personnel d'un élève ou d'un groupe d'élèves et les aider dans leur accès à l'autonomie.

Les professeurs documentalistes, maîtres d'œuvre de l'organisation des ressources pédagogiques de l'établissement et de leur mise à disposition

En relation avec les autres membres de la communauté éducative et dans le cadre du projet d'établissement, les professeurs documentalistes proposent une politique documentaire au chef d'établissement et participent à sa mise en œuvre dans l'établissement et dans son environnement numérique. Cette politique a pour objectif principal de permettre à tous les élèves d'accéder aux informations et aux ressources nécessaires à leur formation.

D 2. Mettre en œuvre la politique documentaire de l'établissement qu'il contribue à définir

- Maîtriser les connaissances et les compétences bibliothéconomiques : gestion d'une organisation documentaire et d'un système d'information, fonctionnement de bibliothèques publiques ou centres de documentation, politique d'acquisition, veille stratégique, accueil et accompagnement des publics, animation et formation, politique de lecture, évaluation.
- Recenser et analyser les besoins de la communauté éducative en ressources documentaires et informationnelles.

D 3. Assurer la responsabilité du centre de ressources et de la diffusion de l'information au sein de l'établissement

- Organiser et gérer le centre de documentation et d'information en veillant à la diversité des ressources et des outils mis à disposition des élèves et en s'appuyant sur la situation particulière de chaque établissement (collège, lycée général et technologique, lycée professionnel).
- Organiser, en liaison avec l'équipe pédagogique et éducative, la complémentarité des espaces de travail (espace de ressources et d'information, salles d'études, etc.) et contribuer à les faire évoluer de manière à favoriser l'accès progressif des élèves à l'autonomie.
- Maîtriser les différentes étapes du traitement documentaire, les fonctionnalités des logiciels documentaires ainsi que les principes de fonctionnement des outils de recherche d'informations.
- Participer à la définition du volet numérique du projet d'établissement et faciliter l'intégration des ressources numériques dans les pratiques pédagogiques, notamment lors des travaux interdisciplinaires.
- Agir au sein d'un réseau de documentation scolaire en vue d'assurer des relations entre les niveaux d'enseignement et d'optimiser leurs ressources.

Les professeurs documentalistes, acteurs de l'ouverture de l'établissement sur son environnement éducatif, culturel et professionnel

Le centre de documentation et d'information est un lieu privilégié pour contribuer à l'ouverture de l'établissement sur son environnement.

D 4. Contribuer à l'ouverture de l'établissement scolaire sur l'environnement éducatif, culturel et professionnel, local et régional, national, européen et international

- Concourir à la définition du programme d'action culturelle de l'établissement en tenant compte des besoins des élèves, des ressources locales et du projet d'établissement.
- Mettre en place des projets qui stimulent l'intérêt pour la lecture, la découverte des cultures artistique (et des différentes formes d'art), scientifique et technique et développer une politique de lecture en relation avec les professeurs, en s'appuyant notamment sur la connaissance de la littérature générale et de jeunesse.
- Savoir utiliser les outils et les dispositifs numériques pour faciliter l'ouverture de l'établissement sur l'extérieur.

Compétences spécifiques aux conseillers principaux d'éducation

Comme il est précisé dans la circulaire du 28 octobre 1982, « l'ensemble des responsabilités exercées par la conseillère principale ou le conseiller principal d'éducation se situe dans le cadre général de la "vie scolaire" et peut se définir ainsi : placer les adolescents dans les meilleures conditions de vie individuelle et collective d'épanouissement personnel ».

Les conseillers principaux d'éducation, conseillers de l'ensemble de la communauté éducative et animateurs de la

politique éducative de l'établissement

Fondant leur action sur la connaissance de la situation individuelle et collective des élèves, les conseillers principaux d'éducation concourent, au plus près des réalités scolaires et sociales de l'établissement, à la définition de la politique éducative. Comme tous les membres de la communauté éducative, ils contribuent à expliciter, faire comprendre et accepter les règles de vie et de droit en vigueur au sein de l'établissement.

C 1. Organiser les conditions de vie des élèves dans l'établissement, leur sécurité, la qualité de l'organisation matérielle et la gestion du temps

- Veiller au respect des rythmes de travail des élèves et organiser leur sécurité.
- Organiser l'accueil, les conditions d'entrée et de sortie des élèves, les déplacements et la surveillance ; les zones de travail et d'études collectives ainsi que les zones récréatives avec le souci de contribuer au bien-être des élèves.
- Maîtriser des circuits d'information efficaces pour assurer le suivi tant individuel que collectif des élèves.
- Faciliter le traitement et la transmission des informations en provenance ou à destination de l'équipe de direction, des personnels de l'établissement, des élèves et des parents, notamment par l'usage des outils et ressources numériques.

C 2. Garantir, en lien avec les autres personnels, le respect des règles de vie et de droit dans l'établissement

- Participer à l'élaboration du règlement intérieur et à son application.
- Promouvoir, auprès des élèves et de leurs parents, les principes d'organisation et les règles de vie, dans un esprit éducatif.
- Contribuer à l'enseignement civique et moral de l'élève ainsi qu'à la qualité du cadre de vie et d'étude.
- Identifier les conduites à risque, les signes d'addiction, les comportements dégradants et délictueux avec les personnels sociaux et de santé et les conseillers d'orientation-psychologues, et contribuer à leur résolution en coopération avec les personnes ressources internes ou externes à l'institution.
- Conseiller le chef d'établissement, ainsi que les autres personnels, dans l'appréciation des punitions et des sanctions.
- Prévenir, gérer et dépasser les conflits en privilégiant le dialogue et la médiation dans une perspective éducative.

C 3. Impulser et coordonner le volet éducatif du projet d'établissement

- Recueillir et communiquer les informations permettant de suivre l'assiduité des élèves et de lutter contre l'absentéisme.
- Contribuer au repérage des incivilités, des formes de violence et de harcèlement, et à la mise en œuvre de mesures qui permettent de les faire cesser avec le concours des équipes pédagogiques et éducatives.
- Élaborer et mettre en œuvre des démarches de prévention et connaître les missions des partenaires de l'établissement pour la lutte contre la violence et l'éducation à la santé (CESC).
- Conseiller le chef d'établissement et le gestionnaire sur l'aménagement et l'équipement des espaces, afin de permettre l'installation de conditions de vie et de travail qui participent à la sérénité du climat scolaire.
- Contribuer activement au développement de l'animation socio-éducative et à la mise en œuvre d'une politique de formation à la responsabilité dans le cadre du projet d'établissement.

C 4. Assurer la responsabilité de l'organisation et de l'animation de l'équipe de vie scolaire

- Organiser les activités et les emplois du temps des personnels de la vie scolaire dans un souci de continuité, de cohérence et d'efficacité du service.
- Préparer et conduire les réunions de coordination et d'organisation de l'équipe et en formaliser les conclusions.
- Évaluer les besoins de formation des membres de l'équipe et proposer des formations.

Les conseillers principaux d'éducation, accompagnateurs du parcours de formation des élèves

Les conseillers principaux d'éducation remplissent une fonction d'éducateur au sein de l'établissement : ils assurent le suivi individuel et collectif des élèves en association avec les personnels enseignants, contribuent à la promotion de la santé et de la citoyenneté et, par les actions éducatives qu'ils initient ou auxquelles ils participent, ils préparent les élèves à leur insertion sociale. Au sein d'un établissement, en particulier dans une structure qui dispose d'un internat, ils apportent une contribution essentielle à l'élaboration d'un projet pédagogique, éducatif et socioculturel.

Les conseillers principaux d'éducation sont des acteurs à part entière de l'appropriation par l'élève du socle commun de connaissances, de compétences et de culture en tant qu'ils accompagnent les élèves dans leur parcours et la construction de leur projet personnel.

C 5. Accompagner le parcours de l'élève sur les plans pédagogique et éducatif

- Savoir mener un entretien d'écoute dans le cadre du suivi individuel des élèves et de la médiation.
- Œuvrer à la continuité de la relation avec les parents et collaborer avec tous les personnels de l'établissement en échangeant avec eux des informations sur le comportement et l'activité de l'élève - ses résultats, ses conditions de travail, son assiduité - afin de contribuer à l'élaboration de réponses collectives pour aider les élèves à surmonter les difficultés qu'ils rencontrent.
- Contribuer au suivi de la vie de la classe, notamment en prenant part aux réunions d'équipes pédagogiques et éducatives ainsi qu'au conseil des professeurs et au conseil de classe et en collaborant à la mise en œuvre des projets.
- Participer aux travaux du conseil pédagogique, notamment en contribuant aux projets transversaux discutés et préparés dans ce conseil.
- Connaître les compétences des différents intervenants dans la prévention du décrochage.

C 6. Accompagner les élèves, notamment dans leur formation à une citoyenneté participative

- Encourager et coordonner les initiatives des élèves dans le cadre de la vie lycéenne ou collégienne et créer une dynamique d'échanges et de collaboration entre eux notamment en prenant appui sur les enseignements civiques, juridiques et sociaux.
- Veiller à la complémentarité des dispositifs se rapportant à la citoyenneté participative et représentative, favoriser la participation des élèves aux instances représentatives et contribuer à leur animation (CVL, CESC, délégués de classe, conférence des délégués, conseil d'administration, commission permanente, conseil de discipline, etc.).
- Assurer la formation des délégués élèves.
- Accompagner les élèves dans la prise de responsabilités, en utilisant notamment le foyer socio-éducatif et la maison des lycéens comme espace d'apprentissage et d'éducation à la citoyenneté. Impulser et favoriser la vie associative et culturelle.

C 7. Participer à la construction des parcours des élèves

- Contribuer avec les enseignants et avec le concours des assistants d'éducation aux dispositifs d'accompagnement des élèves.
- Assurer la liaison avec les responsables de la prise en charge complémentaire des élèves hors temps scolaire dans les collèges ou lycées à organisation pédagogique aménagée (classes à horaires aménagés, sections sportives, pôles sportifs de haut niveau).

- Contribuer, avec les enseignants, les professeurs documentalistes et les conseillers d'orientation psychologues, au conseil et à l'accompagnement des élèves dans l'élaboration de leur projet personnel.

Les conseillers principaux d'éducation, acteurs de la communauté éducative

Les conseillers principaux d'éducation sont appelés à coopérer avec de nombreux partenaires, à participer à des rencontres collectives auxquelles les parents sont associés et à contribuer aux actions éducatives culturelles, notamment artistiques, scientifiques et sportives.

C 8. Travailler dans une équipe pédagogique

- Coopérer avec les professeurs pour élaborer des situations d'apprentissage en vue de développer et d'évaluer les compétences visées (socle commun de connaissances, de compétences et de culture, référentiels professionnels, etc.).

- Contribuer à l'élaboration du volet éducatif du projet d'établissement.

- Contribuer à faciliter la continuité des parcours des élèves et à la prise en compte des transitions d'un cycle à l'autre.

- Conseiller le chef d'établissement pour organiser les partenariats avec les autres services de l'État, les collectivités territoriales, les associations complémentaires de l'école, les acteurs socio-économiques.

Repères pour la formation en physique-chimie au cycle terminal scientifique

Objectifs du document

Au cycle terminal de la série S, les enseignements ont pour ambition à la fois d'affermir le goût des sciences chez les jeunes et de les préparer aux études scientifiques post-baccalauréat. Le présent document propose des repères de formation visant d'une part à positionner en termes d'acquis le cycle terminal par rapport à la classe de seconde, et d'autre part à préciser les objectifs à atteindre pour permettre aux élèves de poursuivre un parcours scientifique au-delà du baccalauréat. Ce texte ne se substitue donc pas aux programmes officiels des classes de première S et terminale S, dont la lecture attentive est indispensable, en particulier en ce qui concerne les préambules qui éclairent pleinement les notions, les contenus et les objectifs de la formation. La liberté pédagogique est au cœur de sa mise en œuvre par le professeur : ce document n'a donc dans ce domaine aucune visée prescriptive.

Le texte, structuré à partir des programmes, introduit une troisième colonne intitulée d'une part « repères associés pour la classe de terminale » (pour le programme de première S) et d'autre part « repères associés pour l'enseignement supérieur » (pour le programme de terminale S) et propose une courte introduction sur certains thèmes. Selon les cas, la troisième colonne explicite des acquis des classes antérieures, positionne certaines notions dans une logique de progression ou précise les points forts des notions abordées et/ou des objectifs visés. Les courtes introductions suggèrent des pistes de réflexion sur les thèmes du programme, contextualisent les notions abordées et formulent parfois des propositions pour mettre en cohérence les différentes notions.

La formation en physique-chimie au cycle terminal scientifique

La cœur de la mission du professeur de physique-chimie est de faire acquérir aux élèves de la filière scientifique une bonne maîtrise de la **démarche scientifique** dans le cadre d'une discipline expérimentale en amenant l'élève à mobiliser ses connaissances et savoir-faire, à rechercher puis extraire et organiser l'information utile, à identifier et analyser un problème, à formuler des hypothèses et à mettre en œuvre un raisonnement pour le résoudre, à confronter ses résultats aux observations et mesures expérimentales et à exercer son esprit critique. L'acquisition par chaque élève d'un niveau de maîtrise satisfaisant passe par une approche individualisée, mais aussi par un travail en équipe qui doit être organisé et encouragé. La construction et l'acquisition des **compétences** de la démarche scientifique s'appuient très efficacement sur la mise en activité des élèves, qui deviennent ainsi acteurs de leurs apprentissages. Les **démarches actives**, qui ne se limitent pas aux séances en groupe à effectif réduit, font référence à la fois aux investigations et situations-problèmes expérimentales, aux interprétations d'expériences de cours, aux analyses de documents et aux résolutions de problèmes. Soulignons que la pleine maîtrise des compétences de la démarche scientifique par les élèves exige des connaissances et savoir-faire solides qui incluent l'acquisition d'automatismes.

Les préambules des programmes de physique-chimie des classes de première S¹ et de terminale S² précisent les objectifs et les modalités de l'enseignement des deux composantes de la discipline dans le cycle terminal scientifique. Ils mettent l'accent sur différentes activités qui mises en synergie favorisent l'acquisition, par les élèves, des compétences de la démarche scientifique.

- Introduites dans le cadre du socle commun de connaissances et de compétences, les **tâches complexes** mobilisent des ressources internes (connaissances, capacités, attitudes) et externes (aides méthodologiques, protocoles, fiches techniques, ressources documentaires). La résolution de la problématique d'une tâche complexe se résume rarement à une seule démarche, et peut prendre plusieurs voies. En ce sens, elle permet une approche différenciée, prenant en compte la diversité des élèves et permettant à tous de réussir la tâche avec un éventuel apport d'aides en cours de séance sur des connaissances, des savoir-faire techniques ou encore une stratégie de résolution.

¹ Programme de 1ère S BOEN 30-09-2010 : <http://www.education.gouv.fr/cid53327/mene1019556a.html>

² Programme de Terminale S BOEN 13-10-2011 : http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=57537

- Les **activités expérimentales** sont au cœur de la formation : ainsi la formulation «Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour... », souvent présente dans les programmes, fait référence à la construction de **compétences expérimentales**. En effet, il ne s'agit pas uniquement de réaliser des gestes techniques et d'exécuter des protocoles, mais bien de mobiliser l'ensemble des compétences de la démarche expérimentale : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer, être autonome et faire preuve d'initiative. Plusieurs documents³ explicitent ces compétences, en précisant notamment les capacités associées. Au cours de l'année toutes les compétences expérimentales doivent être travaillées de manière harmonieuse, tout en veillant à ne mettre l'accent que sur un nombre limité d'entre elles pour une séance donnée.
- Les **activités documentaires** participent également à l'acquisition des compétences de la démarche scientifique. Les élèves peuvent y développer leurs capacités d'analyse et de synthèse. Le document « Recommandations pour l'épreuve écrite du baccalauréat scientifique »⁴ précise les exigences scientifiques des activités documentaires en physique-chimie, qui ont leur propre spécificité par rapport aux études documentaires rencontrées dans d'autres disciplines. La production attendue lors d'un travail de synthèse peut consister en un texte rédigé, mais également en des courbes, des schémas, des graphes commentés, etc. Les documents à exploiter peuvent être des textes scientifiques, si possible authentiques, décrivant des phénomènes, présentant des expériences, des résultats, des modèles, mais également des schémas, des photos, des vidéos, des graphes, des tableaux de données numériques. Une grille de compétences peut être construite, où se retrouveraient les compétences de la démarche expérimentale⁵, à des fins d'évaluation formative, en cours d'apprentissage, ou d'évaluations sommatives intermédiaires ou finales.
- Les **résolutions de problèmes**⁶ permettent de faire travailler les élèves sur des tâches complexes, au même titre que les activités expérimentales, dans le cadre notamment d'investigations scientifiques ou de situations-problème, et que les activités documentaires, dans une mise en œuvre systématique de la démarche scientifique.

³ Former et évaluer par compétences dans le cadre des activités expérimentales :

http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/IPR/Doc_officiels/fichiers/Ressources_PC_former_evaluer_compétences_exp_grilles_144665%20maj%2029%20juin%202010.pdf

⁴ Recommandations pour la conception de l'épreuve écrite de physique-chimie du baccalauréat S, disponible par exemple sur http://www.phychim.ac-versailles.fr/IMG/pdf/recommandations_epreuve_ecrite_bacs.pdf

⁵ Les compétences de la démarche expérimentale sont identifiées dans les nouveaux programmes de CPGE de première et de seconde année.

⁶ Résolution de problèmes : http://cache.media.eduscol.education.fr/file/SPC/50/8/Resolution_de_problemes_221508.pdf

Mesures et incertitudes⁷

Un apprentissage contextualisé, progressif et régulier

Les compétences exigibles sont acquises progressivement dans le cadre des activités expérimentales : les cours formels sur le thème « mesures et incertitudes » sont à éviter, les compétences exigibles dans ce domaine doivent être fréquemment sollicitées. Ainsi il convient de ne pas centrer leur acquisition sur quelques séances spécifiquement identifiées. Le travail de découverte de la problématique « mesures » sera avantagement mis en place **dès la classe de seconde**, un contexte expérimental de complexité croissante assurera de manière naturelle une progressivité et permettra d'asseoir une maîtrise graduée des capacités.

Les points forts de l'apprentissage

Les points forts sont : l'identification des sources d'erreur, l'évaluation des incertitudes associées (toutes les règles étant données), l'évaluation de l'incertitude sur la valeur de la grandeur finale (en cas d'incertitude composée, la formule est donnée et les opérations « techniques » associées sont, autant que possible, automatisées), l'écriture d'un résultat final et l'analyse critique du mesurage.

La place de l'outil numérique

Il est souhaitable de limiter les calculs numériques aux cas les plus simples et de recourir à des outils : calculatrices dans les cas élémentaires, logiciels de traitement des données pré-renseignés par le professeur, logiciels dédiés comme GUM_MC qui est un exemple de logiciel pédagogiquement tout à fait adapté aux objectifs visés par les programmes.

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
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,...).	La différence entre erreur systématique et aléatoire peut être abordée de manière concrète, qualitative et/ou quantitative selon le contexte.
Incertitudes et notions associées	Évaluer et comparer les incertitudes associées à chaque source d'erreur.	Il s'agit d'être en mesure de faire la différence entre les notions d'erreur et d'incertitude. Les incertitudes sont si possible données avec un niveau de confiance de 95 %. Il n'y a pas lieu d'utiliser ici le vocabulaire : incertitude-type, incertitude-élargie, etc. qui sera abordé dans l'enseignement supérieur.
	Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie.	La maîtrise de cette compétence nécessite de savoir que le meilleur estimateur pour la valeur d'une grandeur est la valeur moyenne des n valeurs et que l'incertitude vise à quantifier la dispersion des mesures.

⁷ On trouvera des ressources sur le thème de la mesure à la rubrique « ressources d'accompagnement pour le lycée » du site national « physique-chimie » : <http://eduscol.education.fr/physique-chimie/enseigner/ressources-par-niveau-et-programme/lycee-general-et-technologique.html>

	Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure.	Il suffit d'évaluer la largeur du demi-intervalle à partir de règles simples explicitement données ; la loi de probabilité, le facteur d'élargissement, etc. ne sont pas à connaître.
	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.	L'intérêt réside dans l'analyse du poids relatif de la contribution de chaque source d'erreur à l'incertitude sur la grandeur finale.
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.	L'automatisation des parties techniques permet de dégager du temps pour cette étude. Il s'agit de savoir ne conserver qu'un seul chiffre significatif pour l'incertitude, de présenter correctement le résultat final d'une mesure ou d'une série de mesures et de comprendre la signification d'un niveau de confiance sachant que celui-ci est systématiquement donné.
	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.	Les pistes d'amélioration peuvent résulter d'une comparaison des différentes contributions à l'incertitude

A propos du programme de la classe de terminale S

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

Cette première partie a pour objectif d'introduire le thème des ondes, omniprésentes dans le quotidien des élèves. La constitution des ondes comme phénomène physique pose cependant des difficultés bien connues dues à leur nature pour ainsi dire insaisissable : « quelque chose » se déplace, porteur d'information et d'énergie mais qui n'est pas associé à un déplacement macroscopique de matière. On se pose ici la question de la possibilité de détecter ces ondes et d'en tirer des informations. Le contenu de ces chapitres pourra avec profit être mis en relation avec les notions abordées dans les classes antérieures (notamment en seconde dans le thème « Univers » et en première S dans le thème « Couleurs et images »). Il pourra également être réinvesti et prolongé dans la partie « Agir ».

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
Rayonnements dans l'Univers 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.	Rappel de première S : « connaître les limites dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets » La connaissance des sources de rayonnement suppose celle des ordres de grandeur des longueurs d'onde correspondantes. Les sources de rayonnement citées peuvent être naturelles ou artificielles.
Les ondes dans la matière 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.	La pleine maîtrise de la compétence exigible suppose que soit connu le sens des termes : onde mécanique, longitudinale et transversale. Une bonne maîtrise des unités est inhérente à la compétence exigible. La connaissance de la valeur de I_0 n'est pas attendue.

Détecteurs d'ondes (mécaniques et électromagnétiques) et de particules (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>	La technologie des détecteurs n'est pas l'objet de l'étude.
---	---	---

Caractéristiques et propriétés des ondes

Dans la poursuite de l'étude des ondes se posent d'autres questions : comment les caractériser ? Quelles grandeurs physiques leur associer ? Quels sont leurs comportements génériques ? Dans cette approche, le formalisme est réduit, l'accent étant mis sur le phénomène ou le principe physique. Le modèle ondulatoire de la lumière est mis en place à partir de la diffraction et des interférences.

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
Caractéristiques des ondes Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard. Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales. Ondes sonores et ultrasonores. Analyse spectrale. Hauteur et timbre.	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> 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> <i>Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.</i>	La compétence exigible suppose : - la connaissance des ordres de grandeur des plages de fréquence associées aux ondes sonores et ultrasonores ; - la maîtrise des notions de hauteur et de timbre, de son pur et complexe.

<p>Propriétés des ondes 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 $\theta = \lambda/a$. 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.</p> <p><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>	<p>L'accent est mis sur l'état vibratoire des ondes au point d'interférence, la notion de différence de marche a vocation à être abordée dans l'enseignement supérieur.</p> <p>L'utilisation de l'effet Doppler suppose la capacité à en expliquer qualitativement le principe physique. La démonstration du décalage Doppler de la fréquence sera abordée dans l'enseignement supérieur.</p>
---	--	---

Analyse spectrale

En seconde et en première, la spectroscopie a été utilisée comme moyen privilégié d'étude des propriétés physicochimiques (température, composition) des sources de rayonnement, des objets astronomiques aux sources colorées fabriquées par l'Homme ; les élèves interprètent les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière et/ou des diagrammes de niveaux d'énergie. La spectroscopie UV-visible a aussi été utilisée en chimie pour effectuer des analyses quantitatives à l'aide de courbes d'étalonnage.

La spectroscopie est également un instrument irremplaçable d'analyse des espèces chimiques d'origines variées, notamment issues du domaine du vivant. Qu'il s'agisse des spectroscopies UV-visible, IR ou de RMN, on aborde l'exploitation de spectres en classe terminale sans qu'il soit besoin d'explicitier les règles qui régissent les transferts d'énergie dans les molécules.

La spectroscopie UV-visible contribue à l'identification d'une substance par la détermination du maximum ou des maxima d'absorption. Elle est à nouveau mise en œuvre en terminale pour effectuer des analyses quantitatives : l'instrumentation correspondante, aisée à maîtriser, peut contribuer à l'acquisition de l'autonomie.

La spectroscopie IR contribue plus finement à la caractérisation d'une espèce puisqu'elle permet l'identification de liaisons. On se contente ici d'exploiter des spectres fournis, au moyen de tables de nombres d'onde, pour confirmer la présence de groupes caractéristiques dans une molécule dont la formule semi-développée est donnée.

La spectroscopie de RMN⁸, beaucoup plus performante, est présentée comme un outil d'identification du squelette d'une molécule, grâce à l'information donnée par les couplages. En classe de terminale S, on exploite des spectres fournis (en RMN ¹H seulement) notamment au moyen de tables de déplacements chimiques, pour confirmer la structure d'une espèce de formule semi-développée donnée, à partir du nombre de signaux, de leur multiplicité et de la courbe d'intégration.

Il s'agit de faire comprendre aux élèves que le chimiste peut identifier précisément la structure d'un composé à l'issue d'une extraction du milieu naturel ou d'une synthèse grâce à l'exploitation croisée de données d'analyse chimique (par exemple analyse élémentaire donnant la formule brute, spectre IR, spectre de RMN).

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
<p>Spectres UV-visible 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>Rappel de première S : la loi de Beer-Lambert a été utilisée pour déterminer la concentration d'une espèce colorée.</p> <p>Dans la caractérisation, on attend que l'élève sache associer l'allure du spectre (maximum ou maxima ou la valeur de l'absorbance au maximum d'absorption) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à la couleur perçue dans un solvant donné, - à la concentration de l'espèce, - éventuellement à son identification si des données le permettent (longueur d'onde au maximum d'absorbance ou spectre de référence). <p>Pour réaliser un spectre d'une espèce colorée dans une solution, on attend de l'élève qu'il sache utiliser une référence (blanc).</p>
<p>Spectres IR 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.</p> <p>Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le</p>	<p>On attend de l'élève qu'il sache que la spectroscopie IR permet d'identifier les groupes caractéristiques. On n'attend pas de l'élève qu'il connaisse les valeurs des nombres d'onde associées aux différentes liaisons. On n'attend pas de l'élève qu'il connaisse les noms</p>

⁸ Conférence en ligne : « La RMN : outil de détermination de structures organiques » http://physique.ac-orleans-tours.fr/les_conferences/rmn

	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.	des groupes caractéristiques mais qu'il associe groupe et famille de composés. On attend de l'élève qu'il sache appliquer les règles de nomenclature dans des cas simples (espèce monofonctionnelle et entité de petite taille). Il peut être amené, pour des molécules plus complexes, à faire une corrélation entre le nom et le groupe caractéristique.
Spectres RMN du proton Identification de molécules organiques à l'aide : - du déplacement chimique ; - de l'intégration ; - de la multiplicité du signal : règle des (n+1)-uplets.	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. Extraire et exploiter des informations sur différents types de spectres et sur leurs utilisations.	On attend de l'élève qu'il sache que la spectroscopie RMN permet d'identifier les squelettes des espèces analysées. On attend de l'élève qu'il sache analyser un spectre RMN (nombre de signaux, multiplicité, courbe d'intégration) et éventuellement des tables de données de déplacements chimiques pour associer, en l'argumentant, le spectre RMN à une espèce organique proposée. Dans des cas complexes on pourra n'exploiter qu'une partie du spectre bien ciblée.

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

Les parties « temps, cinématique et dynamique newtoniennes » ainsi que « oscillateur, mesure du temps, amortissement » prennent appui sur les connaissances des classes de seconde et de première S.

Si l'approche des phénomènes mécaniques est essentiellement qualitative en classe de seconde, elle devient quantitative en classe de première S en mettant l'accent sur des grandeurs scalaires comme l'énergie mécanique ; le programme de la classe de terminale S s'appuie sur les connaissances et capacités acquises pour initier les élèves, dans des situations simples, à mettre en œuvre avec méthode des lois et des modèles relevant de ce domaine.

La classe de terminale S doit permettre à l'élève de découvrir les outils de la mécanique newtonienne dans des cas simples (mouvements rectilignes et circulaires principalement ; système soumis à quelques forces). Il ne s'agit pas pour l'élève d'être en mesure de traiter tous les cas, mais plutôt de se familiariser avec les raisonnements (définir le système et le référentiel, faire un bilan des forces et en comprendre les effets sur le mouvement) et les outils mathématiques (vecteurs, dérivées, intégration), sans que l'on puisse lui demander ni des connaissances exhaustives (seules les expressions de quelques forces sont exigibles), ni des résolutions complexes.

Les connaissances de première S sur l'énergie mécanique seront approfondies par l'introduction du travail d'une force. La partie « oscillateur, mesure du temps, amortissement », vise à illustrer concrètement les systèmes dissipatifs. Ne seront abordées ici que des relaxations pseudo périodiques d'oscillateurs mécaniques.

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
Temps, cinématique et dynamique newtoniennes Description du mouvement d'un point au cours du temps : vecteurs position, vitesse et accélération.	Extraire et exploiter des informations relatives à la mesure du temps pour justifier l'évolution de la définition de la seconde. 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.	Reconnaître ces mouvements nécessite de donner les caractéristiques des vecteurs position, vitesse et accélération et de donner un sens qualitatif aux liens entre ces vecteurs.

<p>Référentiel galiléen.</p> <p>Lois de Newton : principe d'inertie, $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ 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>Définir la quantité de mouvement \vec{p} 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>Cette partie du programme renforce la compétence attendue en classe de seconde : « Savoir qu'une force s'exerçant sur un corps modifie la valeur de sa vitesse et/ou la direction de son mouvement et que cette modification dépend de la masse du corps. Utiliser le principe d'inertie pour interpréter des mouvements simples en termes de forces ».</p> <p>Les situations nécessitant la projection de trois vecteurs-forces ou plus relèvent plutôt de l'enseignement supérieur.</p> <p>Les relations $\vec{F} = q\vec{E}$ et $\vec{P} = m\vec{g}$, présentées en classe de première S, doivent être connues des élèves en classe de terminale S.</p> <p>On attend de l'élève qu'il sache établir les équations paramétriques, leur connaissance suffit à la description du mouvement dans les champs de pesanteur et électrostatique uniformes. (Le principe d'une équation paramétrique, dans le cas de la droite, est vu en cours de mathématiques en classe de terminale S).</p> <p>L'approche qualitative des phénomènes doit être maîtrisée. L'approche quantitative, limitée aux mouvements à une dimension, serait considérée comme une tâche complexe.</p> <p>Dans le prolongement des compétences attendues des classes de seconde et de première S, la loi de la gravitation universelle doit être connue.</p> <p>On n'attend pas de l'élève qu'il connaisse et utilise la base de Frenet.</p>
--	---	---

<p>Mesure du temps et oscillateur, amortissement</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"> - les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique ; - son amortissement. <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>Le produit scalaire est abordé dans le programme de mathématiques de la classe de terminale S.</p> <p>La compétence attendue en première S : « Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide au voisinage de la Terre » est ici réinvestie. Toute autre expression de l'énergie potentielle ne sera exigible que dans l'enseignement supérieur.</p> <p>La compétence attendue en première S : « Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie » est ici réinvestie dans des situations plus variées.</p> <p>La maîtrise de la compétence exigible suppose que soit connu le sens du terme « phénomènes dissipatifs ». En terminale, l'évolution de la période d'un oscillateur amorti est constatée. La notion de pseudo période peut être utilisée en classe mais ne sera définie que dans l'enseignement supérieur.</p>
---	---	---

Temps et relativité restreinte⁹

Cette partie du programme vise à proposer aux élèves des classes de terminale S des éléments scientifiques et culturels autour de la problématique de la mesure du temps dans le cadre de la relativité restreinte. Il s'agit d'une première approche, les thèmes traités sont volontairement limités et certaines idées essentielles ne sont donc pas abordées. Cette première découverte vise à donner un éclairage sur un domaine de la physique contemporaine dont les applications technologiques ont un impact direct sur notre quotidien ; elle permet également de sensibiliser tous les élèves à la manière dont évoluent les connaissances en science, avec des remises en cause, parfois radicales, de certaines représentations que nous avons du monde.

Sur ce thème, comme le souligne le préambule, le programme ne saurait être prescriptif et la liberté didactique du professeur consiste à faire un choix, notamment entre une approche historique, pouvant d'emblée annoncer le postulat relatif à la vitesse de la lumière et le faire suivre par des tests expérimentaux, et une autre approche partant des résultats expérimentaux pour rendre plus naturelle ensuite l'hypothèse d'Einstein.

L'ensemble des notions du programme : invariance de la vitesse de la lumière, notion d'événement, temps propre et mesure des durées au moyen d'une ou plusieurs horloges, peuvent être mobilisées simultanément de manière à démontrer qualitativement et quantitativement le phénomène de dilatation des durées. Ce travail, qui vise à prouver le caractère relatif du temps, est susceptible de donner beaucoup de cohérence à cette partie du programme ; il permet de montrer toute la rigueur nécessaire à la mise en place d'un raisonnement dans le cadre de la relativité restreinte, d'éclairer l'élève sur les subtilités des interprétations associées et lui permettre de développer son esprit critique. Ainsi, par exemple, l'expérience dite de « l'horloge de lumière » permet-elle d'introduire les notions d'événements, caractérisés par des coordonnées d'espace-temps et observés dans deux référentiels munis d'horloges, de temps propre et ainsi de démontrer que le phénomène de dilatation des durées est une conséquence limpide du postulat relatif à la vitesse de la lumière.

Cette approche un peu formelle mais particulièrement démonstrative peut être soutenue par les nombreuses confirmations expérimentales : désintégration des muons dans l'atmosphère, particules instables dans les accélérateurs, horloges atomiques embarquées, GPS, etc. ; des documents vidéos historiques ou contemporains sont susceptibles de conférer encore plus de sens à l'ensemble.

<p>Temps et relativité restreinte 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>L'utilisation de l'invariance de la vitesse de la lumière, des notions d'événement et de temps propre permet de démontrer qualitativement et quantitativement le phénomène de dilatation des durées.</p>
---	--	---

⁹ On pourra trouver des compléments sur ce thème à l'adresse suivante : <http://eduscol.education.fr/cid61013/ressources-pour-la-classe-terminale-du-lycee-general-et-technologique.html>

Temps et évolution chimique : cinétique et catalyse

L'observation de l'évolution dans le temps d'un système, siège d'une transformation chimique, permet d'aborder plusieurs problématiques sociétales :

- l'évolution et le vieillissement des systèmes vivants ;
- le renouvellement trop lent des ressources fossiles ;
- les recherches nécessaires pour améliorer les procédés industriels sur le plan de l'efficacité de production.

L'approche qualitative de l'évolution dans le temps d'un système siège d'une transformation chimique (observations expérimentales) est complétée par des mesures et l'introduction d'éléments de modélisation permettant de définir et d'utiliser la notion de temps de demi-réaction. Ce cadre d'étude se prête donc à l'introduction et à l'utilisation de la notion de catalyse dans une approche qualitative autant que quantitative, documentaire autant qu'expérimentale. De nombreuses réactions d'oxydo-réduction peuvent être objets d'études cinétiques, ce qui permet de réinvestir les capacités des élèves à écrire des demi-équations d'oxydo-réduction, identifier oxydant et réducteur, et établir des équations de réactions d'oxydo-réduction, autant d'acquis de la classe de première S indispensables dans la perspective d'une poursuite d'études scientifiques.

<p>Temps et évolution chimique : cinétique et catalyse 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> 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> Extraire et exploiter des informations sur la catalyse, notamment en milieu biologique et dans le domaine industriel, pour en dégager l'intérêt.</p>	<p>La notion de vitesse de réaction sera étudiée dans l'enseignement supérieur. L'estimation de la durée peut être repérée par la disparition d'un réactif ou l'apparition d'un produit (observée par CCM, par un changement de couleur, etc.)</p> <p>La connaissance des facteurs cinétiques est attendue dans la perspective de la poursuite d'études scientifiques.</p> <p>La détermination du temps de demi-réaction suppose la maîtrise de cette notion pour une transformation totale ou non.</p> <p>La mise en évidence expérimentale du rôle d'un catalyseur suppose que deux de ses propriétés soient connues : accélération de la réaction, régénération. Les processus associés seront développés dans le supérieur.</p>
--	---	---

Structure et transformation de la matière

Aborder la transformation de la matière à l'échelle microscopique nécessite dans un premier temps de modéliser les entités chimiques. Les différents modes de représentation (formule brute, formule semi-développée, formule topologique, représentation en perspective de Cram) sont appréhendés comme autant de modélisations à des degrés différents, donnant par conséquent des informations structurales de nature et de degré de précision différents. L'importance de la modélisation des conformations et des configurations prend tout son sens dans le développement d'exemples issus de la chimie du vivant : molécules d'intérêt pharmacologique, molécules ou macromolécules biochimiques comme les acides aminés, protéines, enzymes, etc.

La transformation chimique peut alors être abordée au niveau macroscopique et au niveau microscopique dans deux grands domaines :

- en chimie organique : les transformations sont analysées, au niveau macroscopique, sous l'angle de la modification de structure (groupe caractéristique et squelette), puis au niveau microscopique, dans les étapes d'un mécanisme proposé, sous l'angle des ruptures et des formations de liaisons ; ces transferts électroniques sont expliqués par des considérations électroniques (site donneur et site accepteur) et modélisés par le symbolisme des flèches courbes ;
- en chimie des solutions : la théorie de Brønsted permet de modéliser et donc de comparer le comportement des acides et des bases dans l'eau ; les mesures de pH valident le modèle des acides et des bases, forts ou faibles.

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
<p>Représentation spatiale des molécules Chiralité : définition, approche historique.</p> <p>Représentation de Cram.</p> <p>Carbone asymétrique. Chiralité des acides α-aminés. Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérie (Z/E, deux atomes de carbone asymétriques).</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. À partir d'un modèle moléculaire ou d'une représentation reconnaître si des molécules sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence des propriétés différentes de diastéréoisomères.</i></p>	<p>La reconnaissance du caractère chiral d'une espèce ne peut se limiter à l'identification d'un atome de carbone asymétrique.</p> <p>Il est attendu qu'un élève sache passer d'une représentation à une autre : formule topologique, formule semi-développée, formule développée, représentation de Cram.</p> <p>Il est attendu que l'élève sache identifier et justifier, la relation existant entre deux entités ; ceci suppose de prendre appui sur les notions d'énantiométrie et de diastéréoisométrie.</p> <p>Il est attendu que l'élève sache que des diastéréoisomères présentent des propriétés physico-chimiques différentes, ce qui n'est pas le cas des énantiomères (si ce n'est l'activité optique). C'est à travers des expériences ou des documents, que l'élève déduit la nature de ces propriétés. Elles seront développées dans l'enseignement supérieur.</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 stéréoisométrie.</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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les propriétés biologiques de stéréoisomères, - les conformations de molécules biologiques, <p>pour mettre en évidence l'importance de la stéréoisométrie dans la nature.</p>	<p>Aucune exigence n'est formulée sur la nomenclature Z/E qui sera abordée dans l'enseignement supérieur.</p>
<p>Transformation en chimie organique Aspect macroscopique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modification de chaîne, modification de groupe caractéristique. - Grandes catégories de réactions en chimie organique : substitution, addition, élimination. <p>Aspect microscopique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>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>On n'attend pas de l'élève qu'il connaisse les noms des groupes caractéristiques mais qu'il associe groupe et famille de composés.</p> <p>La capacité à analyser un mécanisme suppose que soit maîtrisée la signification du symbole « flèche courbe ».</p> <p>Il est attendu d'un élève qu'il sache, en autonomie, pour une étape donnée d'un mécanisme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - représenter ou repérer les doublets non liants ; - identifier les sites donneurs et accepteurs ; - compléter avec une ou des flèches courbes bien orientées.

<p>Réaction chimique par échange de proton Le pH : définition, mesure.</p> <p>Théorie de Brønsted : acides faibles, bases faibles ; notion d'équilibre ; couple acide-base ; constante d'acidité K_a. Échelle des pK_a dans l'eau, produit ionique de l'eau ; domaines de prédominance (cas des acides carboxyliques, des amines, des acides α-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</p>	<p><i>Mesurer le pH d'une solution aqueuse.</i></p> <p>Reconnaître un acide, une base dans la théorie de Brønsted.</p> <p>Utiliser les symbolismes \rightarrow, \leftarrow et \rightleftharpoons dans l'écriture des réactions chimiques pour rendre compte des situations observées.</p> <p>Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide-base connaissant le pH du milieu et le pK_a 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</i></p>	<p>Il est attendu de l'élève qu'il sache reconnaître un acide ou une base, par exemple : - à partir de données expérimentales (mesures de pH) ; - par comparaison de deux structures pour un couple acide-base ; - à partir d'une équation de réaction (échange de proton) ; - par analyse de la polarité des liaisons.</p> <p>On attend de l'élève qu'il connaisse les deux couples acide-base particuliers que sont les couples de l'eau.</p> <p>Rappel des classes de seconde et première S : dans le cas de transformations totales, évolution d'un système chimique et description quantitative de l'état final.</p> <p>On attend d'un élève qu'il sache que la mise en solution aqueuse d'un acide ou une base faible conduit à une situation d'équilibre.</p> <p>Il s'agit d'une première approche de l'état d'équilibre d'un système qui sera poursuivie et approfondie dans l'enseignement supérieur.</p> <p>L'identification de l'espèce prédominante suppose de connaître la relation entre K_a et les concentrations des espèces à l'équilibre. La notion de quotient de réaction sera abordée dans l'enseignement supérieur.</p> <p>Le calcul de pH suppose que l'élève connaisse la relation simplifiée de définition du pH, $pH = -\log [H_3O^+]$.</p>
---	--	---

<p>thermique de la réaction. Sécurité.</p> <p>Contrôle du pH : solution tampon ; rôle en milieu biologique.</p>	<p><i>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>	<p>Il est attendu que l'élève associe le contrôle du pH à la présence (en quantités voisines) des deux espèces d'un couple acide/base en solution, ce qui confère à celle-ci les propriétés d'une solution tampon.</p>
---	--	--

Énergie, matière et rayonnement

Cette partie a pour premier objectif d'introduire le lien entre l'échelle microscopique, atomique ou moléculaire, et l'échelle macroscopique. Elle vise également à donner une interprétation microscopique qualitative de l'énergie interne d'un système macroscopique, en termes d'énergie cinétique et d'énergie potentielle d'interaction des différents constituants.

L'étude des transferts thermiques fournit un exemple de transformation irréversible, qui permet d'aborder qualitativement la notion d'irréversibilité.

Les transferts d'énergie entre la matière et la lumière sont abordés qualitativement, à partir de la notion de photon. On distingue l'émission spontanée de photon, et l'émission stimulée, qui peut être présentée par une émission catalysée par la lumière. Par sa capacité à dupliquer les photons, le processus d'émission stimulée permet l'amplification optique. Pour peu que le faisceau émergent de l'amplificateur soit réinjecté dans celui-là, on crée un laser, c'est-à-dire un oscillateur optique.

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
<p>Du macroscopique au microscopique</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>Transferts d'énergie entre systèmes macroscopiques</p> <p>Notions de système et d'énergie interne. Interprétation microscopique.</p> <p>Capacité thermique.</p> <p>Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement.</p> <p>Flux thermique. Résistance thermique.</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.</p> <p>Exploiter la relation entre le flux thermique à travers une</p>	<p>La relation $\Delta U = mc\Delta T$ (valable en l'absence de changement d'état) doit être connue pour aborder l'enseignement supérieur.</p> <p>La signification du flux thermique doit être connue mais la relation entre le flux thermique et l'écart de température n'est pas exigible. Les phénomènes de</p>

Notion d'irréversibilité. Bilans d'énergie.	paroi plane et l'écart de température entre ses deux faces. Établir un bilan énergétique faisant intervenir transfert thermique et travail.	transport feront l'objet d'une étude approfondie dans le cadre de l'enseignement supérieur. Cette partie prolonge la compétence exigible en première S « Interpréter à l'échelle microscopique les aspects énergétiques d'une variation de température et d'un changement d'état ». L'algèbrisation des transferts d'énergie relève de l'enseignement supérieur. On raisonnera en termes d'énergie reçue et d'énergie cédée par le système.
Transferts quantiques d'énergie Émission et absorption quantiques. Émission stimulée et amplification d'une onde lumineuse. Oscillateur optique : principe du laser. Transitions d'énergie : électroniques, vibratoires.	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> Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu.	Cette partie prolonge les compétences attendues en première S « Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière » et « Connaître les relations $\lambda = c/v$ et $\Delta E = hv$ et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d'énergie ».

Dualité onde-particule¹⁰

Cette partie du programme vise à proposer aux élèves des classes de terminale S des éléments scientifiques et culturels autour de la physique quantique. Deux points sont évoqués : la dualité onde-particule et l'aspect probabiliste de l'observation d'un système quantique.

Lorsque les élèves abordent la dualité onde-particule, ils ont, dans ce domaine, une vision assez tranchée des objets de la physique classique : il y a les particules et les ondes. Ils associent à chaque objet un mode de description, des techniques d'étude et des propriétés spécifiques. La physique quantique remet en cause cette vision du monde. L'onde électromagnétique se comporte comme des particules, les photons, qui peuvent être détectés individuellement qui possèdent une énergie, une impulsion bien définies ; à l'inverse les particules matérielles, particules élémentaires, mais aussi atomes, molécules, etc, se comportent comme une onde, et par exemple peuvent interférer. Les élèves abordent ces nouveaux concepts de la physique quantique avec leur culture de physique classique et, pour les décrire, utilisent comme les physiciens l'ont fait avant eux, un vocabulaire de cette physique classique, ce qui n'est pas sans soulever certaines difficultés.

¹⁰ On pourra trouver des compléments sur le thème de la « dualité onde-particule » à l'adresse suivante : <http://eduscol.education.fr/cid61013/ressources-pour-la-classe-terminale-du-lycee-general-et-technologique.html>

Ainsi, tout en s'appuyant sur leur connaissance de physique classique, il faudra les convaincre que les concepts de la mécanique quantique nécessitent de nouveaux objets qui ne sont ni des ondes ni des particules et qui obéissent à d'autres lois que celles de la physique classique.

Des expériences d'interférences photon par photon illustrent toute la subtilité de la prédiction en physique quantique, la prédiction du lieu d'impact du photon est de nature probabiliste et il nous faut renoncer à utiliser une image classique (onde ou particule) qui permette de décrire de manière satisfaisante et unique la lumière. Suivant la nature de l'expérience réalisée, la lumière semble révéler des comportements classiques incompatibles, seule la physique quantique offre une description unique et cohérente. Les expériences illustrant les interférences particule de matière par particule de matière sont nombreuses. Elles permettent aussi de faire découvrir par les élèves la problématique de la prédiction en physique quantique.

Dualité onde-particule Photon et onde lumineuse.	Savoir que la lumière présente des aspects ondulatoire et particulaire.	Les notions et contenus étudiés sur ce thème en classe de première S (modèle corpusculaire de la lumière : le photon) trouvent ici leur prolongement.
Particule matérielle et onde de matière ; relation de de Broglie.	Extraire et exploiter des informations sur les ondes de matière et sur la dualité onde-particule. Connaître et utiliser la relation $p = h/\lambda$. Identifier des situations physiques où le caractère ondulatoire de la matière est significatif.	L'élève doit être en mesure de calculer la longueur d'onde de de Broglie et de la comparer à une dimension caractéristique du dispositif pour analyser la situation.
Interférences photon par photon, particule de matière par particule de matière.	Extraire et exploiter des informations sur les phénomènes quantiques pour mettre en évidence leur aspect probabiliste.	

AGIR

Défis du XXI^{ème} 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 ?

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.

Économiser les ressources et respecter l'environnement

Tout comme les modes de vie, les modes de conception et fabrication évoluent, les chercheurs et les ingénieurs apportant des solutions pour économiser l'énergie et les ressources, limiter les sources de pollution, les rejets et les déchets, analyser la qualité des produits. Il s'agit de montrer comment la responsabilité du scientifique est engagée pour relever les défis du XXI^{ème} siècle.

Les compétences mobilisées concernent notamment :

- la rédaction d'une synthèse de documents qui sollicite les capacités d'analyse, d'esprit critique, de synthèse, éventuellement d'expression en langue étrangère,
- la pratique de la démarche expérimentale dans le cadre des dosages par étalonnage ou par titrage direct.

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
Enjeux énergétiques Nouvelles chaînes énergétiques. Économies d'énergie.	Extraire et exploiter des informations sur des réalisations ou des projets scientifiques répondant à des problématiques énergétiques contemporaines. Faire un bilan énergétique dans les domaines de l'habitat ou du transport. Argumenter sur des solutions permettant de réaliser des économies d'énergie.	Cette partie permet de prolonger la compétence attendue en classe de première S : « Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les conversions d'énergie en termes de conservation, de dégradation ». Si la connaissance des définitions du rendement, de l'efficacité, etc. relève de l'enseignement supérieur, l'élève peut être amené, dans un contexte donné, à en expliquer la signification.
Apport de la chimie au respect de l'environnement Chimie durable : <ul style="list-style-type: none"> - économie d'atomes ; - limitation des déchets ; - agro ressources ; - chimie douce ; - choix des solvants ; - recyclage. Valorisation du dioxyde de carbone.	Extraire et exploiter des informations en lien avec : <ul style="list-style-type: none"> - 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.	

Contrôle de la qualité par dosage Dosages par étalonnage : <ul style="list-style-type: none"> - spectrophotométrie ; loi de Beer-Lambert ; - conductimétrie ; explication qualitative de la loi de Kohlrausch, par analogie avec la loi de Beer-Lambert. 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.	<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> 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.	La détermination de la concentration d'une espèce à l'aide d'une courbe d'étalonnage suppose que l'élève de terminale S sache que l'absorbance est proportionnelle à la concentration pour les solutions diluées. Il est attendu que l'élève utilise qualitativement la loi de Kohlrausch pour expliciter les allures des courbes d'étalonnage et de titrage. Toute dérive calculatoire est à proscrire. Il est attendu de l'élève, dans la perspective d'une poursuite d'études scientifiques, qu'il puisse mener, en autonomie, les étapes nécessaires à la détermination de la concentration d'une espèce à l'aide d'un titrage direct,
---	--	--

Synthétiser des molécules, fabriquer de nouveaux matériaux

La démarche expérimentale relative à la synthèse organique permet à la fois de mobiliser l'ensemble des connaissances et compétences acquises en cours de formation dans le cadre de l'analyse de protocoles et de stratégies de synthèse, et de consolider la maîtrise des gestes techniques abordés depuis la classe de seconde.

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
Stratégie de la synthèse organique Protocole de synthèse organique : <ul style="list-style-type: none"> - identification des réactifs, du solvant, du catalyseur, des produits ; - détermination des quantités des espèces mises en jeu, du réactif limitant ; - choix des paramètres expérimentaux : température, solvant, durée de la réaction, pH ; - choix du montage, de la technique de purification, de l'analyse du produit ; - calcul d'un rendement ; - aspects liés à la sécurité ; - coûts. 	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. Comparer les avantages et les inconvénients de deux protocoles.	La maîtrise de la compétence suppose la mobilisation des acquis des classes antérieures. L'analyse comparative de protocoles suppose que l'élève connaisse la notion de rendement, sache établir son expression et en déterminer la valeur.
Sélectivité en chimie organique Composé polyfonctionnel : réactif chimiosélectif, protection de fonctions.	Extraire et exploiter des informations : <ul style="list-style-type: none"> - sur l'utilisation de réactifs chimiosélectifs, - sur la protection d'une fonction dans le cas de la synthèse peptidique, pour mettre en évidence le caractère sélectif ou non d'une réaction. <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>	Il n'est pas attendu que l'élève connaisse des méthodes de protection et déprotection de fonction mais uniquement qu'il identifie les étapes de protection et de déprotection dans une synthèse multiétapes, par l'observation globale de la succession des modifications des groupes caractéristiques.

Transmettre et stocker de l'information¹¹

Cette partie est volontairement axée sur les applications, éléments constitutifs des interfaces entre science et technologie et indispensables dans le cadre d'une formation à une science expérimentale. Ici encore la liberté pédagogique du professeur peut s'exercer, par exemple, en faisant le choix d'un traitement autonome des notions abordées ou bien celui d'une mise en relation forte avec les parties précédentes comme celle relative aux ondes et donc d'une approche mêlant concepts et applications.

Dans le cadre d'une formation scientifique générale dispensée en classe de terminale S, il ne s'agit nullement de faire acquérir des éléments technologiques ou numériques spécialisés mais bien de mettre les principes, dont ceux de la physique, au cœur de l'approche. Il en va ainsi des aspects numériques autour des thèmes de l'image et des signaux comme des procédés de transmission et de stockage de l'information où l'accent doit être mis sur les enjeux, les idées directrices, les limitations physiques et ceci dans un contexte technologique donné.

Notions et contenus	Compétences exigibles	Repères associés pour l'enseignement supérieur
Chaîne de transmission d'informations	Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d'informations et leur évolution récente.	
Images numériques Caractéristiques d'une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris.	Associer un tableau de nombres à une image numérique. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.</i>	La compétence exigible nécessite la maîtrise de la notion de pixel, de sa caractérisation par sa couleur et son intensité, et donc quelques notions élémentaires de codage binaire. En revanche, le codage de ces éléments qui permet d'associer le tableau de nombres à l'image numérique doit être accompagné d'informations complémentaires. La compétence attendue en première S « Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées » trouve ici son prolongement.
Signal analogique et signal numérique Conversion d'un signal analogique en signal numérique.	Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique.	
Échantillonnage ; quantification ; numérisation.	<i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un</i>	La compétence exigible nécessite la maîtrise

¹¹ On pourra, sur ce thème, consulter l'ouvrage collectif « Panorama de la physique » publié chez Belin.

	<i>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>	des notions d'échantillonnage (et de fréquence d'échantillonnage), de quantification (et de l'influence du nombre de bits sur lesquels on effectue le codage).
<p>Procédés physiques de transmission Propagation libre et propagation guidée. Transmission :</p> <ul style="list-style-type: none"> - par câble ; - par fibre optique : notion de mode ; - transmission hertzienne. <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.</p> <p>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>La notion de mode de propagation dans une fibre optique peut être introduite par une approche interférentielle. Ceci permet de faire un lien avec la partie « Propriétés des ondes ».</p> <p>La compétence exigible introduit l'affaiblissement d'un signal ; il est caractérisé par un coefficient d'atténuation exprimé en dB/km.</p>
<p>Stockage optique 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	Repères associés pour l'enseignement supérieur
<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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur l'actualité scientifique et technologique ; - sur des métiers ou des formations scientifiques et techniques ; - sur les interactions entre la science et la société. 	

A propos du programme de la classe de première S

OBSERVER

Couleurs et images

Comment l'œil fonctionne-t-il ? D'où vient la lumière colorée ? Comment créer de la couleur ?

Les élèves ont abordé l'optique au collège : les sources de lumière et sa propagation rectiligne dans l'air ou dans le vide ont été présentées en cinquième ; les lumières colorées et des notions relatives à la couleur des objets ont été introduites en quatrième ; à ce même niveau, les lentilles ont été étudiées et un modèle élémentaire de l'œil a été abordé. En classe de seconde, ces contenus ont été repris, notamment dans le thème « Univers » où l'étude de la propagation de la lumière est poursuivie avec le changement de direction de propagation lors de la traversée de l'interface entre deux milieux transparents et avec l'introduction d'une première approche ondulatoire de la lumière (longueur d'onde). En classe de première S, ces différents aspects sont réunis pour la première fois et mis en cohérence, ce qui permet d'amorcer ce qui sera prolongé en classe de terminale S, en particulier sur les aspects quantiques.

Notions et contenus	Compétences attendues	Repères associés pour la classe de terminale
<p>Couleur, vision et image L'œil ; modèle de l'œil réduit. Lentilles minces convergentes : images réelle et virtuelle. Distance focale, vergence. Relation de conjugaison ; grandissement. Accommodation. Fonctionnements comparés de l'œil et d'un appareil photographique. Couleur des objets. Synthèse additive, synthèse soustractive. Absorption, diffusion, transmission.</p>	<p>Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel. Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente. <i>Modéliser le comportement d'une lentille mince convergente à partir d'une série de mesures.</i> Utiliser les relations de conjugaison et de grandissement d'une lentille mince convergente. Modéliser l'accommodation du cristallin. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour comparer les fonctionnements optiques de l'œil et de l'appareil photographique.</i> Interpréter la couleur observée d'un objet éclairé à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission. Utiliser les notions de couleur blanche et de couleurs complémentaires. Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur</p>	<p>Pour traiter cette partie du programme, les compétences acquises en classe de quatrième (« Que se passe-t-il quand la lumière traverse une lentille ? ») pourront être réinvesties avec profit.</p> <p>Les relations de conjugaison ne sont pas à connaître.</p> <p>Les défauts de l'œil ne sont pas exigibles, mais peuvent constituer un support pertinent pour illustrer les compétences attendues.</p> <p>Pour traiter cette partie du programme, les compétences acquises en classe de quatrième (« Lumières colorées et couleur des objets ») pourront être réinvesties avec profit.</p>

<p>Vision des couleurs et trichromie. Daltonisme. Principe de la restitution des couleurs par un écran plat (ordinateur, téléphone portable, etc.).</p>	<p>une lumière incidente. <i>Pratiquer une démarche expérimentale permettant d'illustrer et comprendre les notions de couleurs des objets.</i></p> <p>Distinguer couleur perçue et couleur spectrale. Recueillir et exploiter des informations sur le principe de restitution des couleurs par un écran plat.</p>	<p>Les notions abordées dans cette partie seront réinvesties en terminale S à propos du thème « Images numériques » de la partie « Agir ».</p>
<p>Sources de lumière colorée</p>		
<p>Différentes sources de lumière : étoiles, lampes variées, laser, DEL, etc. Domaines des ondes électromagnétiques.</p>	<p>Distinguer une source polychromatique d'une source monochromatique caractérisée par une longueur d'onde dans le vide. Connaître les limites en longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets.</p>	<p>Les compétences acquises en classe de seconde sur les ondes électromagnétiques pourront être réinvesties avec profit.</p>
<p>Couleur des corps chauffés. Loi de Wien.</p>	<p>Exploiter la loi de Wien, son expression étant donnée. <i>Pratiquer une démarche expérimentale permettant d'illustrer et de comprendre la notion de lumière colorée.</i></p>	<p>L'étude des sources de rayonnement dans l'Univers en classe de Terminale S sera l'occasion pour les élèves d'exploiter à nouveau la loi de Wien.</p>
<p>Interaction lumière-matière : émission et absorption. Quantification des niveaux d'énergie de la matière. Modèle corpusculaire de la lumière : le photon. Énergie d'un photon. Relation $\Delta E = hv$ dans les échanges d'énergie.</p>	<p>Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. Connaître les relations $\lambda = c/v$ et $\Delta E = hv$ et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d'énergie.</p>	<p>L'interaction lumière-matière est fondamentale pour l'étude des transferts quantiques d'énergie en terminale S. La connaissance de la relation entre l'énergie du photon et sa fréquence est nécessaire dans la perspective du programme de terminale S sur les thèmes « Énergie, matière et rayonnement » et sur l'« Analyse spectrale ».</p>
<p>Spectre solaire.</p>	<p>Expliquer les caractéristiques (forme, raies) du spectre solaire.</p>	

Matières colorées

Les substances colorées ou colorantes permettent d'aborder de nombreux champs d'étude du chimiste : extraction, fabrication, contrôle, modélisation structurale.

Cette partie du programme permet donc de compléter l'acquisition de connaissances et de compétences abordées en classe de seconde :

- dans le champ de la pratique expérimentale : extraction, synthèse, analyse par CCM sont revues ; le dosage par étalonnage vient compléter la détermination d'une concentration par utilisation de l'échelle de teintes, dans le cadre cette fois d'une mesure dont on peut évaluer la précision ;
- dans le champ de la modélisation : consolidation et approfondissement des acquis sur la transformation chimique (équation de réaction, stœchiométrie, avancement) et mise en lien de la structure microscopique (modes de représentation des molécules) avec une propriété macroscopique (la couleur) ou un processus complexe (la vision).

<p>Matières colorées</p>		
<p>Synthèse soustractive.</p>	<p>Interpréter la couleur d'un mélange obtenu à partir de matières colorées.</p>	<p>On n'attend pas de l'élève qu'il sache distinguer un colorant d'un pigment.</p>
<p>Colorants, pigments ; extraction et synthèse.</p>	<p><i>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre une extraction, une synthèse, une chromatographie.</i></p>	<p>Cette partie du programme est une occasion de mise en œuvre des démarches expérimentales d'extraction, synthèse, analyse par chromatographie, dans le cadre de l'acquisition d'une autonomie croissante.</p>
<p>Réaction chimique : réactif limitant, stœchiométrie, notion d'avancement.</p>	<p>Identifier le réactif limitant, décrire quantitativement l'état final d'un système chimique. Interpréter en fonction des conditions initiales la couleur à l'état final d'une solution siège d'une réaction chimique mettant en jeu un réactif ou un produit coloré.</p>	<p>On attend de l'élève qu'il sache déterminer de manière autonome les quantités de matière des réactifs mis en jeu afin de repérer le réactif limitant. L'introduction de la notion d'avancement ne nécessite pas nécessairement l'utilisation du tableau d'avancement.</p>
<p>Dosage de solutions colorées par étalonnage. Loi de Beer-Lambert.</p>	<p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce colorée à partir d'une courbe d'étalonnage en utilisant la loi de Beer-Lambert.</i></p>	<p>La longueur d'onde de travail est donnée ; on n'attend pas encore que l'élève sache utiliser de manière autonome une référence (blanc).</p>
<p>Molécules organiques colorées : structures moléculaires, molécules à liaisons conjuguées.</p>	<p>Savoir que les molécules de la chimie organique sont constituées principalement des éléments C et H. Reconnaître si deux doubles liaisons sont en position conjuguée dans une chaîne carbonée.</p>	<p>On n'attend pas de l'élève qu'il sache définir un système conjugué mais qu'il sache repérer de manière autonome la présence de deux doubles liaisons conjuguées dans une chaîne carbonée.</p>
<p>Indicateurs colorés.</p>	<p>Établir un lien entre la structure moléculaire et le caractère coloré ou non coloré d'une molécule. <i>Repérer expérimentalement des paramètres influençant la couleur d'une substance (pH, solvant, etc.).</i></p>	<p>Aucune règle systématique ne peut émerger de cette approche qualitative du lien entre structure et couleur.</p>

<p>Liaison covalente. Formules de Lewis ; géométrie des molécules. Rôle des doublets non liants. Isomérisation Z/E.</p>	<p>Décrire à l'aide des règles du « duet » et de l'octet les liaisons que peut établir un atome (C, N, O, H) avec les atomes voisins. Interpréter la représentation de Lewis de quelques molécules simples. Mettre en relation la formule de Lewis et la géométrie de quelques molécules simples.</p> <p>Prévoir si une molécule présente une isomérisation Z/E. Savoir que l'isomérisation photochimique d'une double liaison est à l'origine du processus de la vision. <i>Mettre en œuvre le protocole d'une réaction photochimique.</i> <i>Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de modélisation.</i></p> <p>Recueillir et exploiter des informations sur les colorants, leur utilisation dans différents domaines, et les méthodes de détermination des structures (molécules photochromes, indicateurs colorés, peintures, etc.).</p>	<p>On attend de l'élève qu'il sache passer d'une représentation à l'autre : formule semi-développée et formule développée. Les représentations de Cram et les formules topologiques peuvent être présentées mais ne seront utilisées en autonomie qu'en terminale. On attend de l'élève qu'il sache énoncer les règles du « duet » et de l'octet et définir une liaison de covalence – ou doublet liant – et un doublet non liant. On n'attend pas de l'élève qu'il sache établir des représentations de Lewis. On attend de l'élève qu'il interprète la géométrie de molécules simples à partir des interactions électrostatiques ; la théorie VSEPR sera abordée dans l'enseignement supérieur. On attend de l'élève qu'il sache identifier une situation d'isomérisation Z/E. L'attribution des configurations n'est pas exigible, elle relève de l'enseignement supérieur. La nature exacte des phénomènes biochimiques responsables de la vision ne trouvera de sens que dans l'enseignement supérieur.</p>
---	--	--

COMPRENDRE

Lois et modèles

Quelles sont les causes physiques à l'œuvre dans l'Univers ? Quelles interactions expliquent à la fois les stabilités et les évolutions physiques et chimiques de la matière ? Quels modèles utilise-t-on pour les décrire ? Quelles énergies leur sont associées ?

Les observations macroscopiques de cohésion de la matière, de changements d'état, de solubilité et miscibilité, déjà faites en classe de seconde, permettent maintenant l'introduction de la modélisation des interactions à l'échelle microscopique. La prévision de la polarité des molécules s'appuie sur la notion d'électronégativité permettant une nouvelle lecture du tableau périodique des éléments introduit en classe de seconde. L'étude des changements d'état est aussi l'occasion de relier une transformation physique à un échange énergétique, ce qui trouvera un prolongement dans l'évaluation de l'échange thermique lié à une transformation chimique.

Notions et contenus	Compétences attendues	Repères associés pour la classe de terminale
<p>Cohésion et transformations de la matière</p> <p>La matière à différentes échelles : du noyau à la galaxie.</p> <p>Particules élémentaires : électrons, neutrons, protons.</p> <p>Charge élémentaire e.</p> <p>Interactions fondamentales : interactions forte et faible, électromagnétique, gravitationnelle.</p> <p>Cohésion du noyau, stabilité.</p> <p>Radioactivité naturelle et artificielle. Activité. Réactions de fission et de fusion.</p> <p>Lois de conservation dans les réactions nucléaires. Défaut de masse, énergie libérée.</p>	<p>Connaître les ordres de grandeur des dimensions des différentes structures des édifices organisés.</p> <p>Connaître l'ordre de grandeur des valeurs des masses d'un nucléon et de l'électron.</p> <p>Savoir que toute charge électrique peut s'exprimer en fonction de la charge élémentaire e.</p> <p>Associer, à chaque édifice organisé, la ou les interactions fondamentales prédominantes.</p> <p>Utiliser la représentation symbolique A_ZX ; définir l'isotopie et reconnaître des isotopes.</p> <p>Recueillir et exploiter des informations sur la découverte de la radioactivité naturelle et de la radioactivité artificielle. Connaître la définition et des ordres de grandeur de l'activité exprimée en becquerel.</p> <p>Utiliser les lois de conservation pour écrire l'équation d'une réaction nucléaire.</p>	<p>On attend de l'élève qu'il connaisse les ordres de grandeur de la taille d'un noyau et d'un atome, de la masse d'un électron et d'un nucléon.</p> <p>On attend que l'élève sache que la charge du proton est égale à la charge élémentaire.</p>

Réactions nucléaires et aspects énergétiques associés. Ordre de grandeur des énergies mises en jeu.	Utiliser la relation $E_{\text{libérée}} = \Delta m c^2$.	
Solide ionique. Interaction électrostatique ; loi de Coulomb.	Recueillir et exploiter des informations sur les réactions nucléaires (domaine médical, domaine énergétique, domaine astronomique, etc.). Interpréter la cohésion des solides ioniques et moléculaires.	L'expression de la loi de Coulomb n'est pas exigible. Cependant, dans la perspective de la classe de terminale S, les élèves doivent connaître les règles qualitatives d'attraction et répulsion des charges, la direction et le sens de la force et la décroissance de son intensité avec la distance.
Solide moléculaire. Interaction de Van der Waals, liaison hydrogène. Électronégativité.	<i>Réaliser et interpréter des expériences simples d'électrisation.</i> Recueillir et exploiter des informations sur les applications de la structure de certaines molécules (super absorbants, tensioactifs, alginates, etc.).	On attend de l'élève qu'il interprète la cohésion des solides à l'aide des interactions électrostatiques.
Effet du caractère polaire d'un solvant lors d'une dissolution. Conservation de la matière lors d'une dissolution.	Prévoir si un solvant est polaire. Écrire l'équation de la réaction associée à la dissolution dans l'eau d'un solide ionique. Savoir qu'une solution est électriquement neutre. <i>Élaborer et réaliser un protocole de préparation d'une solution ionique de concentration donnée en ions.</i> <i>Mettre en œuvre un protocole pour extraire une espèce chimique d'un solvant.</i>	On attend des élèves qu'ils puissent prévoir si un solvant est polaire, à partir des électronégativités des différents atomes et de la géométrie de la molécule. La notion de moment dipolaire sera abordée dans l'enseignement supérieur, on attend néanmoins que les élèves identifient les charges partielles sur les atomes engagés dans des liaisons polaires.
Variation de température et transformation physique d'un système par transfert thermique.	Interpréter à l'échelle microscopique les aspects énergétiques d'une variation de température et d'un changement d'état. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mesurer une énergie de changement d'état.</i>	
Nomenclature des alcanes et des alcools ; formule semi-développée.	Reconnaître une chaîne carbonée linéaire, ramifiée ou cyclique. Nommer un alcane et un alcool. Donner les formules semi-développées correspondant à une formule brute donnée dans le cas de molécules simples.	L'association d'un nom et d'une structure est abordée dans la perspective de l'analyse des transformations et des stratégies de synthèse en chimie organique. On se limitera donc à des molécules de petites tailles.

Lien entre les températures de changement d'état et la structure moléculaire dans le cas de l'eau, des alcools et des alcanes. Miscibilité des alcools avec l'eau.	Interpréter : - l'évolution des températures de changement d'état au sein d'une famille de composés ; - les différences de température de changement d'état entre les alcanes et les alcools ; - la plus ou moins grande miscibilité des alcools avec l'eau. <i>Réaliser une distillation fractionnée.</i>	On attend des élèves qu'ils relient le résultat d'une distillation aux températures de changement d'état des composés concernés. On attend des élèves qu'ils sachent légèrer le schéma d'un montage de distillation fractionnée.
Réactions chimiques et aspects énergétiques associés : énergie libérée lors de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un alcool ; ordres de grandeur.	Écrire une équation de combustion. <i>Mettre en œuvre un protocole pour estimer la valeur de l'énergie libérée lors d'une combustion.</i>	

Champs et forces

Les élèves ont déjà rencontré dans les classes précédentes certaines des grandeurs et notions dont l'étude fait l'objet de cette partie. La notion de pression est abordée en classe de quatrième puis approfondie en seconde dans le thème « Sport » ; la notion de température, introduite dès l'enseignement primaire, est réinvestie à partir de la classe de cinquième ; la loi de gravitation et le champ de pesanteur sont abordés en troisième puis en seconde et les actions mécaniques ont été modélisées par des forces dans les thèmes « Sport » et « Univers » du programme de seconde. En ce qui concerne l'énergie, celle-ci a été rencontrée dès la classe de troisième dans sa forme mécanique et cinétique, en relation avec la problématique de la sécurité routière. Cette notion est ici approfondie et étudiée sous l'angle notamment de sa conservation. Cette étude sera prolongée en classe de terminale S par la prise en compte des phénomènes dissipatifs et des phénomènes de transfert, y compris dans le domaine quantique.

Champs et forces		
Exemples de champs scalaires et vectoriels : pression, température, vitesse dans un fluide. Champ magnétique : sources de champ magnétique (Terre, aimant, courant).	Recueillir et exploiter des informations (météorologie, téléphone portable, etc.) sur un phénomène pour avoir une première approche de la notion de champ. Décrire le champ associé à des propriétés physiques qui se manifestent en un point de l'espace. Comprendre comment la notion de champ a émergé historiquement d'observations expérimentales.	
Champ électrostatique : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	<i>Pratiquer une démarche expérimentale pour cartographier un champ magnétique ou électrostatique.</i>	L'élève doit être en mesure de distinguer une ligne isovaleur (de niveau) et une ligne de champ d'un champ vectoriel.

<p>Champ de pesanteur local : $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$</p> <p>Loi de la gravitation ; champ de gravitation. Lien entre le champ de gravitation et le champ de pesanteur.</p>	<p>Connaître les caractéristiques : - des lignes de champ vectoriel ; - d'un champ uniforme ; - du champ magnétique terrestre ; - du champ électrostatique dans un condensateur plan ; - du champ de pesanteur local.</p> <p>Identifier localement le champ de pesanteur au champ de gravitation, en première approximation.</p>	<p>Les élèves doivent connaître les relations $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ et $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$ sous forme vectorielle, elles seront réinvesties en classe de Terminale S.</p> <p>Les connaissances acquises sur ce sujet en seconde seront réinvesties ici avec profit. On se limite à la présentation du champ de pesanteur comme une approximation du champ de gravitation. L'explicitation de cette approximation est réservée à l'enseignement supérieur. Dans la suite du programme de seconde et dans la perspective de la classe de terminale S, la formule de la loi de la gravitation doit être connue.</p>
Formes et principe de conservation de l'énergie		
<p>Énergie d'un point matériel en mouvement dans le champ de pesanteur uniforme : énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur, conservation ou non conservation de l'énergie mécanique. Frottements ; transferts thermiques ; dissipation d'énergie.</p> <p>Formes d'énergie</p> <p>Principe de conservation de l'énergie. Application à la découverte du neutrino dans la désintégration β.</p>	<p>Connaître et utiliser l'expression de l'énergie cinétique d'un solide en translation et de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide au voisinage de la Terre. <i>Réaliser et exploiter un enregistrement pour étudier l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique d'un système au cours d'un mouvement.</i></p> <p>Connaître diverses formes d'énergie.</p> <p>Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.</p>	<p>Cette partie sera largement réinvestie en classe de terminale S où la notion de travail sera introduite. Les expressions des énergies cinétique et potentielle de pesanteur sont exigibles dès la classe de première.</p> <p>Sur ce thème, les notions d'énergies cinétique, potentielle (pesanteur et élastique), mécanique, chimique, nucléaire, lumineuse peuvent être introduites. La notion d'énergie interne avec son interprétation microscopique sera introduite en terminale.</p>

AGIR

Défis du XXI^{ème} 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 ?

Piles et accumulateurs sont des objets du quotidien qui vont permettre d'aborder de manière particulièrement contextualisée :

- les réactions d'oxydo-réduction, qui concernent autant les composés minéraux que les composés organiques ;
- le stockage de l'énergie sous forme d'énergie chimique ;
- la conversion de l'énergie chimique en énergie électrique ou en chaleur en relation étroite avec les notions abordées en physique sur l'énergie.

Notions et contenus	Compétences attendues	Repères associés pour la classe de terminale
<p>Convertir l'énergie et économiser les ressources</p> <p>Ressources énergétiques renouvelables ou non ; durées caractéristiques associées. Transport et stockage de l'énergie ; énergie électrique.</p> <p>Production de l'énergie électrique ; puissance. Conversion d'énergie dans un générateur, un récepteur. Loi d'Ohm. Effet Joule. Notion de rendement de conversion.</p>	<p>Recueillir et exploiter des informations pour identifier des problématiques: - d'utilisation des ressources énergétiques ; - du stockage et du transport de l'énergie. Argumenter en utilisant le vocabulaire scientifique adéquat.</p> <p>Distinguer puissance et énergie. Connaître et utiliser la relation liant puissance et énergie. Connaître et comparer des ordres de grandeur de puissances. Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les conversions d'énergie en termes de conservation, de dégradation.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour :</i> - mettre en évidence l'effet Joule ; - exprimer la tension aux bornes d'un générateur et d'un récepteur en fonction de l'intensité du courant électrique.</p> <p>Recueillir et exploiter des informations portant sur un système électrique à basse consommation.</p>	<p>Cette partie se situe dans la continuité des programmes de quatrième (« Les lois du courant continu ») et de troisième (« De la centrale électrique à l'utilisateur » et « Puissance et énergie électriques »).</p> <p>Ces compétences seront réinvesties en terminale S, notamment dans la partie « Agir - Enjeux énergétiques ». Si la connaissance des définitions du rendement, de l'efficacité, etc. relève de l'enseignement supérieur, l'élève peut être amené, dans un contexte donné, à en expliquer la signification.</p>
<p>Stockage et conversion de l'énergie chimique.</p>	<p>Recueillir et exploiter des informations sur le stockage et la conversion d'énergie chimique.</p>	
<p>Énergie libérée lors de la combustion d'un hydrocarbure</p>	<p>Écrire une équation de combustion. Argumenter sur</p>	<p>On attend que l'élève relie la valeur de l'énergie</p>

ou d'un alcool.	l'impact environnemental des transformations mises en jeu. Déterminer l'ordre de grandeur de la masse de CO ₂ produit lors du déplacement d'un véhicule.	libérée lors de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un alcool à la quantité de matière d'hydrocarbure ou d'alcool consommée par la combustion.
Piles salines, piles alcalines, piles à combustible. Accumulateurs. Polarité des électrodes, réactions aux électrodes.	<i>Pratiquer une démarche expérimentale pour réaliser une pile et modéliser son fonctionnement. Relier la polarité de la pile aux réactions mises en jeu aux électrodes.</i> Recueillir et exploiter des informations sur les piles ou les accumulateurs dans la perspective du défi énergétique.	On attend que l'élève soit capable de schématiser une pile en fonctionnement, en indiquant la circulation des porteurs de charges dans la pile et dans le circuit extérieur. Aucune connaissance spécifique n'est requise sur les accumulateurs : l'élève doit extraire des informations sur les accumulateurs pour en décrire le fonctionnement et repérer les différences avec les piles.
Oxydant, réducteur, couple oxydant/réducteur, réaction d'oxydo-réduction. Modèle par transfert d'électrons.	Reconnaître l'oxydant et le réducteur dans un couple. Écrire l'équation d'une réaction d'oxydo-réduction en utilisant les demi-équations redox.	L'élève doit savoir qu'un oxydant capte des électrons et qu'un réducteur en cède.

Synthétiser des molécules et fabriquer de nouveaux matériaux

La chimie organique, chimie du carbone, est à la fois la chimie du vivant et la chimie des matériaux élaborés à partir de matières premières naturelles (fossiles ou biosourcées). Cette partie du programme présente plusieurs intérêts et objectifs :

- l'acquisition d'éléments de culture sur ce thème, au travers d'études de documents scientifiques ;
- la mobilisation des acquis relatifs à l'oxydation des alcools et des dérivés carbonylés, avec pour prolongement la présentation de la structure et des propriétés des acides carboxyliques ;
- la mobilisation des compétences expérimentales autour de la synthèse et de l'extraction d'espèces chimiques, cette dernière faisant appel notamment aux acquis sur les interactions intermoléculaires.

Enfin, l'exploration des structures et des propriétés des matériaux amorphes ou organisés, minéraux ou organiques peut aussi trouver sa place dans la partie du programme relative aux interactions intermoléculaires, permettant ainsi d'illustrer le lien entre microscopique et macroscopique.

Synthétiser des molécules et fabriquer de nouveaux matériaux		
Nanochimie.	Recueillir et exploiter des informations sur un aspect de la nanochimie (nanotubes de carbone,	Aucune connaissance spécifique n'est attendue. Les compétences attendues dans les parties

	nanomédicaments, nanoparticules métalliques, etc.).	« Les médicaments », « Les besoins et réponses de l'organisme lors d'une pratique sportive » ainsi que « les matériaux et les molécules dans le sport » du programme de seconde peuvent être réinvesties par les élèves.
Synthèse ou hémisynthèse de molécules complexes, biologiquement actives. Alcools, aldéhydes, cétones : nomenclature, oxydations.	Recueillir et exploiter des informations sur une synthèse d'une molécule biologiquement active en identifiant les groupes caractéristiques. Nommer des alcools, aldéhydes, cétones et acides carboxyliques. Reconnaître la classe d'un alcool. Écrire l'équation de la réaction d'oxydation d'un alcool et d'un aldéhyde.	L'identification des groupes caractéristiques dans une synthèse trouvera son prolongement en classe de terminale S pour « Déterminer la catégorie d'une réaction ». L'élève doit savoir écrire ou entourer un groupe caractéristique d'une famille de composés mais il n'est pas attendu qu'il connaisse le nom des groupes caractéristiques rencontrés. On attend de l'élève qu'il sache appliquer les règles de nomenclature dans des cas simples (espèce monofonctionnelle ou de petite taille) Il peut être amené pour des molécules plus complexes à faire une corrélation entre le nom est le(s) groupe(s) caractéristique(s). Les phénols seront introduits dans l'enseignement supérieur.
Acides carboxyliques : nomenclature, caractère acide, solubilité et pH. Obtention d'un acide carboxylique ou d'une cétone ; rendement d'une synthèse.	<i>Pratiquer une démarche expérimentale pour :</i> - <i>extraire un acide carboxylique d'un mélange ;</i> - <i>oxyder un alcool ou un aldéhyde ;</i> - <i>mettre en évidence par des tests caractéristiques ou une CCM un ou des produits issus de l'oxydation d'un alcool ;</i> - <i>déterminer la valeur du rendement d'une synthèse.</i> <i>Réaliser une extraction par solvant, un chauffage à reflux, une filtration sous vide, une CCM, une distillation en justifiant du choix du matériel à utiliser.</i> Argumenter à propos d'une synthèse en utilisant des données physico-chimiques et de sécurité.	On attend de l'élève qu'il reconnaisse les différentes opérations mises en œuvre dans une synthèse et qu'il justifie les conditions opératoires choisies en lien avec ses connaissances sur les propriétés physico-chimiques des espèces chimiques mises en jeu. Cette compétence sera exploitée en classe de terminale dans la partie « Synthétiser des molécules, fabriquer de nouveaux matériaux »
Synthèses et propriétés de matériaux amorphes (verres), de matériaux organisés (solides cristallins, céramiques) et	Recueillir et exploiter des informations pour relier les propriétés physiques d'un matériau à sa structure	

de matières plastiques.	microscopique.	
Créer et innover		
Culture scientifique et technique ; relation science-société. Métiers de l'activité scientifique (partenariat avec une institution de recherche, une entreprise, etc.).	Réinvestir la démarche scientifique sur des projets de classe ou de groupes. Comprendre les interactions entre la science et la société sur quelques exemples. Communiquer sur la science par exemple en participant à des actions de promotion de la culture scientifique et technique. Recueillir et exploiter des informations sur l'actualité scientifique et technologique, sur des métiers ou des formations scientifiques et techniques en lien avec des ressources locales.	

Recommandations pour la conception de l'épreuve écrite de physique-chimie du baccalauréat S



Introduction

Concevoir une épreuve écrite du baccalauréat, c'est construire un outil d'évaluation conforme aux compétences exigibles du programme et au référentiel de l'épreuve, susceptible d'évaluer les acquis des élèves d'une manière pertinente et homogène au niveau du territoire national. Ce travail de conception doit s'accompagner d'une rigueur extrême au niveau scientifique, tous les éléments constitutifs du sujet : contextualisations, questions, documents divers, descriptions d'expériences,... doivent être soigneusement vérifiés et analysés de manière critique. Cette expertise du sujet constitue une priorité et doit faire l'objet d'un examen spécifique conduit par des personnes conscientes des enjeux. Une épreuve de baccalauréat, vitrine d'une discipline au niveau du lycée, doit être un modèle de qualité scientifique.

Les concepteurs doivent également avoir bien conscience qu'après la passation des épreuves, les textes des sujets joueront un rôle d'envergure dans la formation des futurs candidats. En effet, tous les détails du questionnement et de la mise en forme sont, chaque année, analysés avec soin par les enseignants qui ont à cœur d'adapter leur pratique professionnelle dans le sens d'une préparation plus efficace des élèves. Il importe donc, *a posteriori*, une fois les exercices assemblés pour en faire un sujet, de décrypter la nature du message porté, aussi bien en termes de choix des pratiques professionnelles à privilégier, que de conformité à l'image donnée notamment sur le plan scientifique.

L'objectif de ce document est de rappeler les caractéristiques générales de l'épreuve et de décrire la variété des tâches qui peuvent faire l'objet du questionnement. Ce document fournit également un certain nombre d'outils d'analyse des sujets et propose des pistes sur l'évaluation des questions plus « ouvertes ».

1. Caractéristiques générales de l'épreuve

a. Les grands équilibres

L'épreuve évalue le niveau de maîtrise du candidat dans la mise en œuvre de la démarche scientifique, ceci de la restitution directe d'une connaissance jusqu'à la réalisation d'une tâche complexe.

Les exercices doivent mettre en jeu des notions liées à différentes parties du programme s'appuyant sur un contexte pouvant faire appel à la fois à des notions de physique et de chimie. La partie physique doit avoir un poids au moins égal à celui de la chimie et un léger déséquilibre en faveur de la physique est à encourager.

Les exercices portant sur l'enseignement spécifique commun à tous les élèves, peuvent avoir des poids différents dans le barème, cependant il ne faut pas descendre en dessous de 4 points pour l'exercice le plus court.

Pour le troisième exercice portant sur l'enseignement de spécialité, le programme stipule que l'élève développe au cours de sa formation trois activités essentielles : la pratique expérimentale, l'analyse et la synthèse de documents scientifiques et la résolution de problèmes scientifiques. Il précise également que les situations rencontrées au baccalauréat se limitent « aux domaines d'étude des trois thèmes de l'enseignement de spécialité ». Le champ des possibles dans le cadre de ce troisième exercice est donc limité à l'analyse et la synthèse de documents scientifiques et à la résolution de problèmes scientifiques sur un champ disciplinaire précis ceci sans omettre les aspects expérimentaux.

Le troisième exercice portant sur l'enseignement spécifique doit être comparable en terme de difficulté et d'équilibre physique-chimie avec celui de l'enseignement de spécialité. **Soulignons que le référentiel de l'épreuve ne confère à cet exercice aucune particularité, la présence d'une synthèse de document n'est donc pas une nécessité réglementaire.**

Une contextualisation des trois exercices est fortement souhaitée, elle doit l'être sans artifice c'est-à-dire qu'il convient de proposer une description du contexte attractive mais concise et en lien direct avec les questions posées (par exemple retrouver des valeurs d'un document donné en introduction, effectuer un retour qualitatif/quantitatif vers certains éléments du contexte initial). Des documents de nature différente (textes, graphes, schémas, photos, ...) doivent être proposés pour l'extraction des informations.

La longueur du sujet et de l'ensemble des documents à lire doit être raisonnable (entre 9 et 12 pages par exemple) et le temps de lecture pris en compte dans la conception d'un sujet.

La forme du questionnement peut être variée et il est possible de proposer des questions à choix multiples (QCM), des questions à réponses multiples (QRM) et des questions à réponses ouvertes courtes (QROC).

Conformément au cadre réglementaire fixé par la convention interministérielle pour l'égalité entre les filles et les garçons, il conviendra lors de la conception d'une épreuve de baccalauréat, de veiller à ce que le sujet ne comporte aucun stéréotype sexiste et à ce qu'il propose un ensemble de mises en situations variées eu égard à cette problématique.

b. Nature et diversité des tâches

Chaque exercice comporte une ou plusieurs questions (phrases interrogatives) ou consignes (verbes d'action à l'infinitif) qui explicitent les tâches à accomplir. La grande variété des tâches auxquelles il est souhaitable de voir l'élève confronté durant l'épreuve doit amener les concepteurs à faire des choix avisés. Les exercices doivent comprendre des tâches simples et des tâches complexes mobilisant les compétences de la démarche scientifique (s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer) présentées dans l'annexe 1 et faisant appel à des connaissances.

Les tâches simples

Il est possible et assez fréquent de ne mobiliser qu'une capacité dans une question. Il s'agit alors de vérifier l'acquisition de connaissances, de savoir-faire ou de procédures. La consigne délimite explicitement le domaine dans lequel la tâche est réalisée. L'élève doit reconnaître une opération classique régulièrement pratiquée durant sa formation. Il s'agit :

- de restitution de connaissances ;
- d'applications plus ou moins directes de procédures qui peuvent pour certains élèves constituer des « automatismes » (calculs, raisonnements courts, manipulation d'outils, réalisation de schémas, etc.) ;
- d'extractions simples d'informations ;
- d'exploitations simples d'informations (par exemple vérification d'une proportionnalité entre grandeurs et non recherche d'une relation entre deux grandeurs).

La restitution de connaissances doit être conduite différemment selon que l'épreuve est prévue avec ou sans calculatrice. Si celle-ci est autorisée, le mode de questionnement doit prendre en compte cet aspect et des questions de restitutions simples et directes d'éléments factuels du cours (énoncé d'une formule sans contexte, d'une définition, etc.) sont à éviter.

Les tâches complexes

Introduites dans le cadre du socle commun, les tâches complexes mobilisent des ressources internes (culture, capacités, connaissances, etc.) et externes (aides méthodologiques, protocoles, fiches techniques, ressources documentaires, etc.).

Une question mobilisant la compétence « Extraire et exploiter des informations » (dont les contours sont explicités dans le préambule du programme de la classe de terminale S) ou une question amenant l'élève à effectuer une tâche articulant plusieurs éléments relevant de registres différents peuvent ainsi constituer une tâche complexe. La résolution de problèmes et l'analyse et/ou la synthèse de documents scientifiques peuvent également servir de support à une tâche complexe, elles font l'objet d'un développement spécifique dans la suite du document.

Graduation des tâches

Afin d'analyser le sujet, une graduation des tâches en 4 niveaux de difficulté est proposée en annexe 2. Un sujet doit comporter des questions de difficultés différentes avec un nombre suffisant de questions de difficulté 1 et 2 permettant à un élève moyen d'obtenir une note satisfaisante. Par contre, quelques tâches ou questions de difficulté 3 ou 4 doivent pouvoir valoriser une bonne maîtrise de la démarche scientifique.

Analyse d'un exercice

La nature des tâches mises en œuvre doit être diversifiée dans la globalité de l'épreuve, l'annexe 3 exemplifie la typologie des tâches possibles. Une progressivité dans le niveau de difficulté des tâches doit aussi être assurée quand l'exercice comporte plusieurs questions.

Une analyse *a posteriori* de la « qualité » d'un exercice et d'un sujet doit être menée question par question, afin d'identifier la nature simple ou complexe de la tâche demandée, la typologie de la tâche, le

niveau de difficulté associée et les compétences dominantes mises en œuvre pour réaliser la tâche. Cette analyse doit permettre de s'assurer que, dans un exercice donné, les questions et leur enchaînement satisfont bien aux critères décrits dans ce document (part des connaissances, diversité des compétences, variété des modes de raisonnement, progressivité dans la difficulté, part de l'autonomie et des prises d'initiative). Un exemple de grille est proposée en annexe 4 et exemplifiée sur un exercice des sujets zéro du baccalauréat S.

2. Résolution de problème (niveau 3 ou 4)

Le préambule du programme de l'enseignement de spécialité définit ce qui est attendu de l'élève, dans le cadre de la résolution de problème.

a. Comment concevoir ce type d'exercice ?

Le problème peut ne comporter que la problématique à résoudre sous forme d'une unique question à laquelle le candidat doit répondre. Dans ce cas, il convient de l'inciter à s'engager dans la résolution, à consigner même les pistes qui n'ont pas abouti, à expliciter sa démarche. Il est alors impératif de bien lui indiquer que toute prise d'initiative pertinente sera valorisée.

Dans le cas où l'on envisage d'autres questions que celle de la problématique principale, celles-ci ont pour but d'aider l'élève dans son appropriation du sujet et des documents éventuellement joints. Ces questions préalables ne doivent pas induire de schéma de résolution car c'est la démarche qu'on cherche avant tout à évaluer et leur présence peut éventuellement se justifier si le contexte d'étude est identifié comme plus difficile par le thème et/ou la nature des documents fournis.

La question posée doit être courte et explicite pour que l'élève connaisse le but de son travail et elle doit être bien identifiée dans l'énoncé de l'exercice. Il est souhaitable que la résolution débouche sur l'estimation de la valeur numérique d'une grandeur. Cela confère un caractère authentique à la résolution qu'il faut conduire à son terme ; cela permet également de tester la connaissance par le candidat de quelques ordres de grandeur et sa capacité à exercer son esprit critique.

Dans tous les cas, les consignes de travail destinées aux élèves et les attendus doivent être très clairement énoncés.

b. Comment évaluer une résolution de problème ?

Par nature, une résolution de problème ne peut pas être évaluée de manière « classique » et séquentielle ; une évaluation par compétences est à privilégier.

Il est nécessaire de lister les capacités contextualisées (en lien direct avec la résolution de problème proposée) pour préciser la manière dont les compétences : s'approprier le problème, établir une stratégie de résolution (analyser), mettre en œuvre la stratégie (réaliser), avoir un regard critique sur les résultats obtenus (valider) et présenter la résolution (communiquer) sont mobilisées. Le tableau donné en annexe 1 identifie quelques exemples de capacités associées à chaque compétence.

La rédaction des consignes de correction nécessite, lors de la conception du sujet, d'avoir recherché le (ou les) schéma(s) de résolution envisageable(s) et d'en faire une représentation de type « algorithmique » visant à expliciter au mieux les étapes identifiables.

Pour l'évaluation, un tableau détaillant les compétences attendues ainsi que les indicateurs de réussite précis et contextualisés correspondants doit être construit. Quatre niveaux de réussite A, B, C et D permettent d'apprécier, l'acquisition par le candidat de chacune des compétences évaluées dans le sujet. Les attendus pour chacun des niveaux doivent être détaillés. Le processus conduisant à la note chiffrée doit être précisément décrit et accompagner efficacement le travail d'expertise finale de l'évaluateur.

Il doit toujours être possible, au cours de l'évaluation, de valoriser un élève qui s'engage dans l'exercice en mobilisant des connaissances et capacités (lois, schémas, ordre de grandeur, etc.) en relation avec le problème sans pour autant parvenir à en finaliser la résolution ; son travail doit alors être pris en considération.

3. Analyse et/ou synthèse de documents (niveau 3 et 4)

Soulignons en guise d'introduction que le programme de l'enseignement spécifique n'attribue qu'une place marginale à cette activité et qu'elle ne constitue pas un passage obligé pour une épreuve écrite de baccalauréat. La compétence « Extraire et exploiter des informations » figurant dans les

objectifs de l'enseignement spécifique est naturellement présente dans ce type d'exercice mais peut être également activée dans toute autre forme d'exercice.

a. Comment concevoir ce type d'exercice ?

Le travail demandé doit impérativement comporter une dimension scientifique pouvant conduire à un travail quantitatif et mobilisant des connaissances et des capacités acquises en physique-chimie dans le cadre du cycle terminal de la filière S. Un élève d'une filière non scientifique ne devrait pas être en mesure de réussir la tâche. Il ne s'agit pas d'un simple résumé mais d'une synthèse organisée autour d'une problématique scientifique.

La nature de la production attendue lors de ce travail de synthèse doit être clairement indiquée au candidat, et ne se limite pas à un texte rédigé, les communications scientifiques utilisant bien d'autres supports. Il peut s'agir de produire :

- des courbes, schémas, graphes commentés, etc. ;
- un texte rédigé dont il conviendra de fixer approximativement la longueur ;
- une forme « hybride » qu'il convient d'explicitier clairement.

Les précisions nécessaires devront être apportées à l'élève sur la forme de la restitution (schéma, tableau, texte, etc.), et le nombre de mots ou de lignes s'il s'agit de rédiger un texte. On peut aussi envisager de laisser l'initiative de la forme de la restitution à l'élève, dans ce cas on énumère explicitement les formes de restitutions possibles.

La nature des documents à exploiter relève des catégories suivantes :

- un (ou des) texte(s) scientifique(s) (description de phénomènes, d'expériences, de résultats, présentation de modèles, de simulations, etc.) dont la (ou les) source(s) sera (ont) soigneusement précisée(s) ;
- un (ou des) texte(s) et un (ou des) document(s) autre(s) que textuel(s) (schéma, photo, graphe, tableau, données numériques, etc.)
- uniquement des documents autres que textuels (schéma, photo, graphe, tableau, données numériques, etc.)

Il faut **veiller à la rigueur et à la qualité scientifiques des documents utilisés** et proscrire les documents purement narratifs et comportant peu de données scientifiques quantitatives. Les sources doivent être identifiées clairement car elles sont aussi porteuses de sens. Il faut être attentif à la durée d'appropriation des documents et donc limiter leur nombre et leur longueur. Si le document comporte des éléments discontinus : tableaux, graphes, photographies et schémas, il convient de prendre en compte la durée du décodage de l'information. Il est nécessaire d'éviter de découper à l'excès des textes pour n'arriver qu'à des extraits trop axés sur un unique élément de la problématique. Dans un même exercice il est possible de ne proposer comme seule tâche que la synthèse du ou des documents proposés ou de la faire précéder par des questions complémentaires pouvant cibler un document dont l'appropriation est plus délicate.

En enseignement de spécialité, l'élève doit disposer dans le sujet des éléments de connaissance abordés, s'ils ne font pas partie du corpus « de base » de la filière S ou plus précisément des connaissances exigibles de l'enseignement spécifique.

b. Comment évaluer une analyse et/ou une synthèse de documents ?

L'activité doit valoriser les spécificités du langage scientifique (vocabulaire, utilisations d'outils variés de représentation, formalisme, raisonnement, etc.) et de la démarche scientifique avec ses grandes étapes. L'ensemble des compétences mobilisables est détaillée dans l'annexe 1 avec des exemples de capacités associées.

Pour l'évaluation, le tableau détaillant les compétences attendues ainsi que les indicateurs de réussite précis correspondants doit être construit. Quatre niveaux de réussite A, B, C et D permettent d'apprécier l'acquisition, par le candidat, de chacune des compétences évaluées dans le sujet. Les attendus pour chacun des niveaux doivent être détaillés. Le processus conduisant à la note chiffrée doit être précisément décrit et accompagner efficacement le travail d'expertise finale de l'évaluateur.

Annexe 1 : Compétences mobilisables dans les différents exercices d'écrit du BAC

La restitution directe de connaissances est une compétence spécifique

Connaître RCO Restituer une connaissance

Compétences	Exemples de capacités mobilisables dans les différentes questions des sujets d'écrit du BAC	Exemples de capacités associées lors d'une « résolution de problèmes »	Exemples de capacités associées lors d'une « analyse et/ou synthèse de documents »
S'approprier APP	Extraire l'information utile sur des supports variés Mobiliser ses connaissances Identifier un problème, le formuler	Faire un schéma de la situation. Identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole. Évaluer quantitativement les grandeurs physiques inconnues et non précisées. Relier le problème à une situation analogue dans le cadre des compétences exigibles du programme.	Dégager la problématique principale Acquérir de nouvelles connaissances en autonomie Identifier la complémentarité d'informations présentées sous des formes différentes (texte, graphe, tableau,...)
Analyser ANA	Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites Formuler une hypothèse Construire les étapes d'une résolution de problème Justifier ou proposer un protocole Identifier les paramètres influençant un phénomène Utiliser une analyse dimensionnelle pour prédire ou vérifier une hypothèse Proposer un modèle Évaluer des ordres de grandeurs	Elaborer une version simplifiée de la situation en explicitant les choix des hypothèses faites. Décrire la modélisation associée (définition du système, interactions avec l'environnement, comportement, ...). Proposer et énoncer les lois qui semblent pertinentes pour la résolution. Établir les étapes de la résolution à partir de la modélisation et des lois identifiées.	Identifier les idées essentielles et leurs articulations Relier qualitativement ou quantitativement différents éléments du ou des documents Identifier une tendance, une corrélation, une grandeur d'influence Conduire un raisonnement scientifique qualitatif ou quantitatif. S'appuyer sur ses connaissances et savoir-faire et sur les documents proposés pour enrichir l'analyse
Réaliser REA	Écrire un résultat de façon adaptée Effectuer des procédures courantes: calculs littéraux ou numériques, tracer un graphique, faire un schéma, placer une tangente sur un graphe, faire une analyse dimensionnelle... Utiliser un modèle théorique	Mener la démarche afin de répondre explicitement à la problématique posée. Établir les relations littérales entre les grandeurs intervenant dans le problème. Réaliser les calculs analytiques et/ou numériques Exprimer le résultat.	Extraire une information d'un texte, d'un graphe, d'un tableau Trier et organiser des données, des informations Tracer un graphe à partir de données Schématiser un dispositif, une expérience, une méthode de mesure,... Décrire un phénomène à travers la lecture d'un graphe, d'un tableau,... Conduire une analyse dimensionnelle Utiliser un modèle décrit
Valider VAL	Faire preuve d'esprit critique Discuter de la validité d'un résultat, d'une information, d'une hypothèse, d'une propriété, d'une loi, d'un modèle... Interpréter les résultats, les mesures, rechercher les sources d'erreur	S'assurer que l'on a répondu à la question posée. Comparer le résultat obtenu avec le résultat d'une autre approche (résultat expérimental donné ou déduit d'un document joint ou résultat d'une simulation numérique dont le modèle est donné, ...). Discuter de la pertinence du résultat trouvé (identification des sources d'erreur, choix des modèles, formulation des hypothèses...) Proposer d'éventuelles pistes d'amélioration de la démarche de résolution.	Faire preuve d'esprit critique Confronter le contenu du document avec ses connaissances et savoir-faire Repérer les points faibles d'une argumentation (contradiction, partialité, incomplétude,...) Estimer des ordres de grandeur et procéder à des tests de vraisemblance
Communiquer COM	Rédiger une explication, une réponse, une argumentation ou une synthèse. Décrire une observation, la démarche suivie ... Utiliser un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux (vocabulaire de la discipline, de la métrologie...) Présenter les résultats de manière adaptée (unités, chiffres significatifs, incertitudes ...)	Décrire clairement la démarche suivie. Argumenter sur les choix et/ou la stratégie. Présenter les résultats en utilisant un mode de représentation approprié.	Rédiger/présenter une synthèse, une analyse, une argumentation,... (clarté, justesse, pertinence, exhaustivité, logique) Résumer un paragraphe sous la forme d'un texte, d'un schéma, d'une carte mentale Illustrer son propos par des schémas, des graphes, des développements mathématiques

Annexe 2

Descripteurs des niveaux de difficulté d'une tâche (ou question)

La **difficulté d'une tâche** n'est pas uniquement liée au niveau d'autonomie laissé à l'élève. Elle peut aussi être associée à un niveau d'abstraction élevé ou bien à un formalisme (vocabulaire, symbole, démonstration, calculs) dont la maîtrise par les élèves est susceptible d'être imparfaite. Les « changements de registres » qui imposent d'établir des liens entre le « monde réel » et le « monde des théories et des modèles » peuvent constituer également une source de difficultés.

Pour décrire le niveau de difficulté d'une question, une échelle ordinale graduée de 1 à 4 a été expérimentée. D'une manière générale, dans l'évaluation de la difficulté d'une question, il convient de prêter attention à la manière dont la question est rédigée et de prendre en compte les indicateurs suivants :

- s'agit-il de la reproduction d'une procédure standard ou donnée ?
- faut-il mettre en œuvre une stratégie de résolution ? Est-ce une question ouverte ? Nécessite-t-elle d'utiliser des résultats antérieurs de l'exercice ?...
- y-a-t-il un « changement de registre » : monde réel-monde des théories et des modèles et vice et versa (part d'abstraction) ?
- quel est le poids du formalisme ? (vocabulaire, symbole, calculs...)
- faut-il faire preuve d'autonomie d'initiative, prendre des décisions ?

Descripteurs des 4 niveaux de difficulté :

- Niveau 1 : question n'amenant à effectuer aucun raisonnement (par exemple les questions de restitution directe de connaissances, ou d'application numérique).
- Niveau 2 : question amenant l'élève à effectuer un raisonnement peu élaboré, (tâches simples ne demandant ni raisonnement qualitatif/quantitatif à plusieurs étapes ni formalisme spécifique, type application directe d'une loi).
- Niveau 3 : question amenant l'élève à effectuer un raisonnement moyennement élaboré, (tâches demandant un raisonnement qualitatif/quantitatif à étapes avec une place modérée du formalisme dédié).
- Niveau 4 : question amenant l'élève à effectuer un raisonnement élaboré. (tâches demandant un raisonnement qualitatif/quantitatif avec de nombreux paramètres d'influence (plusieurs étapes, causes multifactorielles, ramifications,...) avec éventuellement mais pas nécessairement une place notable du formalisme dédié).

Annexe 3

Exemples de typologie de tâches

Restitution directe de connaissances

Tâches « numériques ». (ou manipulant des nombres)

- effectuer une application numérique
- maîtriser les chiffres significatifs
- convertir des unités
- prédire l'influence d'une grandeur dans une expression littérale par une approche numérique
- ...

Tâches portant sur des grandeurs littérales. (ou manipulant des grandeurs exprimées sous forme littérale ou symbolique)

- prédire l'influence d'une grandeur dans une expression littérale
- étudier une fonction
- effectuer des calculs sur des scalaires
- manipuler des grandeurs algébriques
- procéder à un calcul vectoriel
- résoudre une équation différentielle $\ddot{y} = C^{\text{ste}}$
- procéder à des bilans quantitatifs à partir d'équations chimiques
- ...

Utilisation de représentations, de codages symboliques. (encodage, décodage de l'information)

- lire un graphique
- utiliser un tableau
- tracer un graphique
- élaborer un tableau
- représenter un édifice chimique
- utiliser des modèles de représentations en chimie
- écrire une équation chimique
- utiliser du formalisme des flèches dans un mécanisme
- réaliser des schémas explicatifs
- ...

Raisonnements/procédures.

- mettre en œuvre un raisonnement faisant appel de manière plus ou moins directe à la règle des proportions
- procéder à une analyse dimensionnelle
- raisonner qualitativement dans le domaine de la physique : effet d'une force sur un mouvement, influence de l'air sur une chute, analyse énergétique qualitative,...
- raisonner qualitativement dans le domaine de la chimie : effet d'un facteur cinétique, prévision de la structure d'une molécule à partir de l'analyse d'un spectre,...
- ...

Annexe 4
Exemple d'analyse a posteriori d'un exercice

Exemple de grille d'analyse

Questions	Compétences activées (prépondérante soulignée)	Tâche complexe ou non	Raisonnement : typologie des raisonnements	Niveau de difficulté

Exemple d'analyse d'un exercice « Prédiction des séismes par Gravimétrie » des annales

zéro : http://cache.media.eduscol.education.fr/file/SPC/74/4/TS_annaes_zero_2012_-_specifique_sujet_2_217744.pdf

Questions	Compétences activées (prépondérante soulignée)	Tâche complexe ou non	Raisonnement : typologie des raisonnements	Niveau de difficulté
1.1	<u>RCO</u>	non	restitution de connaissances	1
1.2	<u>RCO</u>	non	restitution de connaissances	1
1.3	APP	non	conversion d'unité	2
	<u>REA</u>			
1.4	<u>RCO</u>	non	raisonnement quantitatif avec un formalisme dédié (vocabulaire de la métrologie)	3
	<u>REA</u>			
2.1	<u>ANA</u>	non	qualitatif	2
2.2	<u>ANA</u>	oui	établissement et résolution d'une équation différentielle	4
	<u>REA</u>			
2.3	<u>ANA</u>	non	lister les grandeurs d'influence d'une expression littérale	2
3.1	<u>RCO</u>	non	restitution de connaissances	1
3.2	<u>RCO</u>	non	restitution de connaissances	1
3.3	<u>RCO</u>	non	restitution de connaissances	1
3.4.1	<u>ANA</u>	non	raisonnement quantitatif	2
3.4.2	<u>ANA</u>	non	proportionnalité et application numérique	2
	<u>REA</u>			
3.5	COM	non	deux raisonnements qualitatifs enchaînés	3
	<u>ANA</u>			
3.6	APP	oui	Choisir puis combiner deux expressions littérales afin d'en tirer la grandeur cherchée. Puis effectuer la lecture d'un tableau afin de réaliser une application numérique pertinente dont le résultat doit comporter un nombre de chiffres significatifs cohérents.	4
	<u>ANA</u>			
	<u>REA</u>			
	VAL			
4.1	APP	non	lecture des grandeurs portées sur un graphe	2
4.2	<u>RCO</u>	non	restitution de connaissances	1
4.3	APP	non	qualitatif à partir d'une comparaison entre deux graphes	2
4.4	<u>REA</u>	non	application numérique	2
4.5	APP	oui	quantitatif à partir d'une comparaison entre deux valeurs	3
	<u>REA</u>			
	VAL			

L'analyse de cet exercice nous montre clairement :

- qu'il est riche en termes de compétences mobilisées,
- qu'il comporte des tâches complexes mais qui sont toutes difficiles,
- que les raisonnements sont variés,
- que les tâches de niveau 3 ou 4 sont très présentes et ceci à quatre reprises, la progressivité est plutôt mal maîtrisée, l'élève est enclin à « papillonner » afin de repérer les questions de restitution simple de connaissance au début de chaque partie.

En conclusion, l'analyse de cet exercice révèle un ensemble riche, varié mais dont la difficulté est sans doute élevée et dont la progressivité pourrait-être optimisée.