

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 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 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.

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 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 oeuvre 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 oeuvre 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 coeur 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 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 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 oeuvre, 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.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Erreurs et notions associées	- 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	- Evaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreur. - Comparer le poids des différentes sources d'erreur. - Evaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie. - Evaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. - Evaluer, 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. - Evaluer 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	Capacités exigibles
Energie solaire : conversions photovoltaïque et thermique.	- 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.
Modèle corpusculaire de la lumière, le photon. Energie d'un photon.	- 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	Capacités exigibles
Pression dans un fluide parfait et incompressible en équilibre : pressions absolue, relative et différentielle.	- 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.

Equilibre d'un fluide soumis à la pesanteur. Ecoulement stationnaire. Débit volumique et massique.	- Mesurer un débit. - Citer et appliquer la loi de conservation de la masse.
Etats 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	Capacités exigibles
Ondes électromagnétiques. Spectre des ondes utilisées en communication. Champ électrique, champ magnétique.	- 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. - Enoncer 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	Capacités exigibles
Réactions acide-base et transferts de protons. Solutions acides, basiques. pH.	- 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. - Ecrire 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	Capacités exigibles
---------------------	---------------------

<p>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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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. - Ecrire 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.
<p>Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme thermique. Combustion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique. Piles, accumulateurs, piles à combustible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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. - Ecrire 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.
<p>Chaînes énergétiques. Energie et puissance. Puissance absorbée ; puissance utile ; réversibilité ; rendement. Convertisseurs électromécaniques d'énergie ; réversibilité. Rendement de conversion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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. - Ecrire et exploiter la relation entre une variation d'énergie et la puissance moyenne. - Evaluer 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	Capacités exigibles
Des matériaux résistants :	- Distinguer les différentes familles de matériaux présentes dans un

contraintes mécaniques et thermiques, corrosion.	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.
--	--

L'assistance au déplacement

Notions et contenus	Capacités exigibles
Mesure des grandeurs physiques dans un dispositif de transport.	- 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	Capacités exigibles
Ondes électromagnétiques ; rayonnements gamma, X, UV, visible, IR.	- 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.
Réflexion, absorption et transmission des ondes électromagnétiques.	- Associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature du milieu concerné.
Champ magnétique : sources de champ magnétique (Terre, aimant, courant). Sources de champ magnétique intenses : électro-aimant supraconducteur.	- Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique et déterminer ses caractéristiques. - Citer quelques ordres de grandeur de champ magnétique.

Prévention et soin

Notions et contenus	Capacités exigibles
Radioactivité. Isotopes. Activité. Décroissance radioactive et demi- vie. Protection contre les risques de la radioactivité.	- 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.