CONSEIL SUPÉRIEUR
DES PROGRAMMES

Physique-Chimie et Mathématiques (STI2D)

Classe de première, enseignement de spécialité

Document provisoire mis en ligne le 22 janvier

Sommaire

INTRODUCTION 3

PROGRAMME DE PHYSIQUE-CHIMIE 4

PRÉAMBULE 4

Compétences de la démarche scientifique 7

- MESURES ET INCERTITUDES 8
- ÉNERGIE : 9

L'énergie et ses enjeux 9

Énergie chimique 11

Énergie électrique 12

Énergie interne 13

Énergie mécanique 14

Énergie transportée par la lumière 16

- MATIÈRE ET MATÉRIAUX : 16

Organisation de la matière et propriétés des matériaux 17

Réactions chimiques de combustion 18

Réactions chimiques d'oxydo-réduction 19

- ONDES ET INFORMATIONS : 20

Introduction à la notion d'onde 21

Ondes sonores 22

Ondes électromagnétiques 22

PROGRAMME DE MATHÉMATIQUES 24

- Intentions majeures 24
- Géométrie dans le plan 24

Trigonométrie 24

Produit scalaire 25

- Nombres complexes 26
- Analyse 26

Dérivées 26

Primitives 27

INTRODUCTION

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

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

C'est notamment le cas du calcul infinitésimal (dérivée et primitive), où il est essentiel de préciser les démarches à l'œuvre dans les calculs menés avec des variations Δx ou Δt très petites mais finies et leurs liens avec les résultats acquis par passage à la limite. Il importe notamment d'adopter des notations parlantes et concertées ; le taux de variation en x_0 est ainsi noté $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$ et le passage à la limite (nombre dérivé) se symbolise par : $\frac{dy}{dx}(x_0)$ ou $\frac{df}{dx}(x_0)$ ou encore $f'(x_0)$ pour des quantités y et x reliées par l'égalité fonctionnelle $y=f(x)$. Le cadre théorique du cours d'analyse en mathématiques légitime ainsi, pour des variations suffisamment petites, l'approximation au premier ordre $\Delta y = f'(x_0)\Delta x$ utilisée en physique et qui correspond à l'approximation affine locale de la courbe représentative de f par sa tangente au point d'abscisse x_0. Ces notions sont subtiles et nécessitent un travail pédagogique concerté des deux professeurs pour être comprises et assimilées par les élèves.

De même, le travail statistique sur les incertitudes de mesure ou encore la modélisation du travail d'une force par le produit scalaire appellent une réelle collaboration des deux professeurs.

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

PROGRAMME DE PHYSIQUE-CHIMIE

PRÉAMBULE

Objectifs de formation

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

Pour étayer cet objectif premier, il s'avère indispensable de conforter les outils mathématiques nécessaires pour la conceptualisation, la modélisation et le calcul des grandeurs associées aux notions de physique et de chimie du programme, ~~en gardant en tête~~ sans oublier que leur utilisation ~~se projette~~ va au-delà des besoins du baccalauréat, pour les débuts de l'enseignement supérieur. Ce programme de physique-chimie veille donc à la meilleure articulation possible avec les programmes de mathématiques (de tronc commun et complémentaire ci-dessous) ; il tend ainsi à satisfaire à l'affirmation d'un enseignement de spécialité de « physique-chimie et mathématiques ».

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

technologiques du XXI[e] siècle, en particulier ceux de l'énergie, du réchauffement climatique et du traitement de l'eau.

Contenus et progression

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

- Le premier domaine fait l'objet d'une introduction générale dès la classe de première, afin de poursuivre la sensibilisation des élèves, commencée dès la seconde, à l'importance de la mesure pour approcher et quantifier les phénomènes physiques et chimiques, suivre leur évolution dans le temps, observer leurs discontinuités, élaborer des modèles et délimiter leurs domaines de validité, présenter chaque résultat final d'une mesure avec la mention de l'incertitude-type et de l'unité associées. Les notions introduites sont ensuite systématiquement appliquées dans les trois autres domaines d'études, évidemment à l'occasion de travaux pratiques, mais aussi de façon récurrente lors d'exercices et de résolutions de problèmes tout au long du cycle terminal.

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

- Le second domaine, l'énergie, constitue le pôle central du programme de physique-chimie du cycle STI2D. Dès la classe de première, les élèves sont sensibilisés aux enjeux de l'énergie, à ses différentes formes, à ses conversions, à son transport et sa distribution, à son stockage, afin d'être familiarisés à la diversité et à la complexité des problèmes liés à l'énergie. Ils sont amenés à identifier les conditions nécessaires pour qualifier une énergie de « renouvelable ». Tout au long du cycle terminal, les grandes formes d'énergie (électrique, interne, chimique, mécanique, électromagnétique) sont étudiées, ainsi que les principales notions qui leur sont associées. L'étude de l'énergie mécanique aborde explicitement la notion d'interactions mécaniques, qui nécessite un développement particulier. Les notions fondamentales sont introduites en classe de première ; puis on procède à leur approfondissement et à des applications plus complexes en classe terminale. ~~dans une approche spiralaire~~[1].

- Dans le troisième thème, la matière et les matériaux sont ~~abordés~~ envisagés d'abord du point de vue de l'organisation de la matière et des phénomènes physiques associés

[1] Une approche spiralaire consiste à revenir périodiquement sur une notion en l'approfondissant à chaque fois.

(atomes et radioactivité, molécules, liaisons atomiques et interactions moléculaires, états de la matière). La présentation des propriétés des matériaux (électriques, thermiques, mécaniques, optiques, chimiques) complète cette approche, dans la mesure où elle permet d'éclairer les choix technologiques. Les transformations chimiques importantes dans le domaine industriel (combustion, oxydo-réduction et réaction acide-base) sont ensuite étudiées. Les notions fondamentales sont mobilisées et approfondies dès la classe de première, pour être développées en terminale avec des applications importantes : transformations chimiques et physiques, effets énergétiques associés, corrosion, piles et accumulateurs, traitement de l'eau, contraintes industrielles, acidification des océans, etc.

- Les ondes, essentiellement sonores et électromagnétiques, sont étudiées comme vecteurs d'informations à travers la variation de certaines de leurs caractéristiques. En classe de première sont introduites les caractéristiques d'une onde, les phénomènes de propagation, d'absorption, de réflexion. Puis sont approfondies les caractéristiques, propriétés particulières et notions associées d'une part aux ondes sonores et d'autre part aux ondes électromagnétiques. En classe terminale, sont étudiés la transmission d'une information à travers les variations des caractéristiques d'une onde, le spectre d'un signal, les grandeurs et mesures associées, avec en particulier l'utilisation des ondes électromagnétiques en communication.

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

Place des compétences expérimentales

Les compétences expérimentales des élèves sont systématiquement construites à travers les grands domaines d'études, au cours de séances de fréquentes pratiques expérimentales ~~hebdomadaires~~, mais également dans le cadre d'exercices et de résolutions de problèmes. Il s'agit d'abord de développer le savoir-faire expérimental, la familiarité avec les appareils de mesures et leur utilisation, la capacité à suivre un protocole expérimental, les compétences liées à l'expérience et à la mesure.

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

Les compétences expérimentales doivent être valorisées au même niveau que les capacités théoriques et les élèves doivent se familiariser avec la démarche expérimentale qui n'a pas pour seul but de valider un modèle théorique « connu » ou donné a priori, ce modèle étant lui-même posé à partir d'expériences et d'observations réalisées dans des conditions déterminées. Les élèves ~~sont introduits~~ s'exercent à la conception de modèles à partir de l'expérimentation, y compris de modèles alternatifs aux modèles communément étudiés, et à la discussion de leurs domaines de validité.

Compétences de la démarche scientifique

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

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
S'approprier	- Énoncer une problématique - Rechercher, sélectionner et organiser l'information en lien avec la problématique - Schématiser la situation
Analyser/ Raisonner	- Formuler des hypothèses - Proposer une stratégie de résolution - Planifier des tâches - Évaluer des ordres de grandeur - Choisir un modèle ou des lois pertinentes - Choisir, élaborer, justifier un protocole - Faire des prévisions à l'aide d'un modèle - Procéder à des analogies
Réaliser	- Mettre en œuvre les étapes d'une démarche - Utiliser un modèle - Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.) - Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité - Proposer un protocole expérimental
Valider	- Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance - Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer une

	valeur mesurée à une valeur de référence - Confronter un modèle à des résultats expérimentaux - Proposer d'éventuelles améliorations à la démarche ou au modèle
Communiquer	À l'écrit comme à l'oral : - Présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés - Échanger entre pairs

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

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

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

■ MESURES ET INCERTITUDES

Notions et Contenus	**Capacités exigibles**
Notions associées aux grandeurs et unités. Système international d'unités. Variabilité d'une mesure, sources d'erreurs et incertitudes-types.	– Distinguer les notions de grandeur, valeur et unité. – Citer les sept unités de base du système international. – Utiliser la notation scientifique des nombres. – Écrire le résultat d'une mesure avec son incertitude-type (celle-ci étant donnée) en choisissant un nombre adapté de chiffres significatifs et en indiquant l'unité correspondante. – Identifier les différentes sources d'erreurs possibles lors d'une mesure. – Utiliser le vocabulaire suivant, spécifique aux mesures et incertitudes : « mesure », « erreur aléatoire », « erreur systématique », « incertitude-type ».

Justesse et fidélité d'une méthode de mesure.	– Distinguer une évaluation statistique (type A) d'une incertitude-type d'une incertitude-type associée à une mesure unique. – Associer une incertitude-type à une méthode de mesure. – Comparer le poids des différentes sources d'erreur, l'incertitude-type associée à chacune d'elles étant donnée. – Exploiter des séries de mesures indépendantes (histogramme, moyenne et écart-type) pour comparer plusieurs méthodes de mesure d'une grandeur physique, en termes de justesse et de fidélité. – Faire des propositions pour améliorer un protocole de mesure.

Repères pour l'enseignement

Le professeur insiste sur l'importance d'associer une unité à chaque résultat de mesure ou de calcul.

L'incertitude-type rend compte de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à la mesure d'une grandeur physique.

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

On indique que l'écart maximal raisonnable entre le résultat d'une mesure et une valeur de référence peut être évalué en nombre d'incertitudes-types.

L'évaluation de cette différence peut contribuer à délimiter le domaine de validité d'un modèle.

Liens avec les mathématiques

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

La fluctuation d'échantillonnage est étudiée dans le programme de l'enseignement commun.

■ ÉNERGIE :

L'énergie et ses enjeux

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Les différentes formes d'énergie. Énergie et puissance. Les conversions et les chaînes énergétiques. Rendement.	– Citer et distinguer différentes formes d'énergie utilisées dans les domaines de la vie courante, de la production et des services. – Distinguer les formes d'énergie des différentes sources d'énergie associées. – Distinguer et reconnaître les modes de transport de

Transport et distribution d'énergie. Stockage de l'énergie. Quand peut-on qualifier une ressource d'énergie de « renouvelable » ?	l'énergie : rayonnement électromagnétique, lignes électriques, circuit de fluides, liaisons mécaniques. – Distinguer et reconnaître les principales conversions d'énergie : thermodynamique, électromécanique, photoélectrique, électrochimique. – Schématiser simplement une chaîne énergétique ou une conversion d'énergie en distinguant formes d'énergie, sources d'énergie et convertisseurs. – Évaluer ou mesurer une quantité d'énergie transférée, convertie ou stockée. – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure. – Énoncer le principe de conservation de l'énergie. – Exploiter le principe de conservation de l'énergie pour réaliser un bilan énergétique et déterminer un rendement pour une chaîne énergétique ou un convertisseur. – Énoncer et exploiter la relation entre puissance, énergie et durée. – Évaluer et indiquer des ordres de grandeur des puissances mises en jeu dans les secteurs de l'habitat, des transports, des communications, etc. – Énoncer qu'une ressource d'énergie est qualifiée de « renouvelable » si son renouvellement naturel est assez rapide à l'échelle de temps d'une vie humaine.

Repères pour l'enseignement

Le professeur contextualise son enseignement dans les domaines thématiques de la vie courante, de la production et des services. Il fournit aux élèves des éléments de compréhension pour aborder les grands débats de société du XXI^{e} siècle (ressources énergétiques, climat, ...).
Le professeur distingue la puissance moyenne de la puissance instantanée d'un système.
La notion de puissance instantanée est introduite à partir de celle de la puissance moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit en lien avec le professeur de mathématiques.

Liens avec les mathématiques

Nombre dérivé.

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

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

Énergie chimique

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Transformation chimique d'un système et conversion d'énergie associée ; effets thermiques associés. Combustion. Pouvoir calorifique d'un combustible. Protection contre les risques liés aux combustions.	– Identifier dans une réaction de combustion le combustible, le comburant et l'énergie d'activation. – Comparer les pouvoirs calorifiques de différents combustibles. – Associer une transformation exothermique à une diminution de l'énergie du système chimique. – Exploiter le fait qu'une combustion complète d'un hydrocarbure ou alcool produit de l'eau et du dioxyde de carbone. – Citer les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection associés. – Déterminer expérimentalement l'énergie libérée au cours de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un alcool, puis confronter la valeur obtenue à une valeur de référence donnée pour le pouvoir calorifique. – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure.

Repères pour l'enseignement
Dans ce chapitre, on se préoccupe seulement des aspects énergétiques, les bilans de matière et le modèle de la réaction chimique sont ~~vus~~ abordés dans la partie « Matière et propriétés des matériaux ».

Liens avec les mathématiques
Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.
Lecture et exploitation de courbes.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application
- Évaluation du pouvoir calorifique d'une cartouche de gaz (450g de Campingaz ® de mélange : 80% de butane + 20% de propane) par pesée avant et après combustion.
- Étude de la synthèse des retardateurs de flammes.

Énergie électrique

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Circuit électrique : symboles et conventions générateur et	– Réaliser un circuit électrique à partir d'un schéma donné, et inversement, les symboles étant fournis.

récepteur ; comportement générateur ou récepteur d'un dipôle. Tension électrique, intensité électrique, valeur instantanée, valeur moyenne, valeur efficace, composante continue et composante alternative d'une grandeur périodique. Loi des mailles, loi des nœuds. Loi d'Ohm. Effet Joule. Puissance et énergie électriques. Comportement énergétique d'un dipôle. Sécurité électrique.	– Adopter un comportement responsable et respecter les règles de sécurité électriques lors des manipulations. – Représenter le branchement d'un ampèremètre, d'un voltmètre et d'un système d'acquisition ou oscilloscope sur un schéma électrique. – Visualiser à l'aide d'un système d'acquisition des représentations temporelles d'une tension électrique, d'une intensité du courant électrique dans un circuit et en analyser les caractéristiques (période, fréquence, valeurs maximale et minimale, composantes continue et alternative). – Utiliser les conventions d'orientation permettant d'algébriser tensions et intensités électriques, conventions générateur et récepteur. – Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles dans un circuit comportant trois mailles au plus. – Analyser les échanges d'énergie dans un circuit électrique à partir du signe de la puissance instantanée et de la convention choisie. – Choisir le réglage des appareils pour mesurer une valeur moyenne ou une valeur efficace. – Mesurer la valeur moyenne d'une tension électrique, d'une intensité électrique dans un circuit. – Mesurer la valeur efficace d'une tension électrique, d'une intensité électrique dans un circuit. – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure. – Analyser le domaine de validité d'un modèle à partir d'un ensemble de mesures (dipôles passifs résistifs). – Mesurer la puissance moyenne et calculer l'énergie électrique transportée par une ligne électrique durant une durée donnée. – Calculer la puissance moyenne et l'énergie électrique mises en jeu durant une durée donnée dans le cas d'un récepteur et d'un générateur électrique.

Repères pour l'enseignement

Les circuits électriques étudiés sont inspirés de circuits simples utilisés dans les systèmes techniques réels. Aucune complexification gratuite de circuits purement théoriques n'intervient dans les cas étudiés.

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

L'étude portant sur les signaux variables est principalement fondée sur l'exploitation de chronogrammes (on se place très souvent dans des cas où ceux-ci sont composés de segments de droite) : l'utilisation et l'introduction des outils mathématiques sont progressives.
Le professeur montre expérimentalement que la valeur efficace d'une grandeur électrique correspond à la valeur constante de cette grandeur électrique qui permet d'obtenir le même comportement énergétique en régime continu.
Tous les types de composants (résistor, bobine, condensateur, diode, etc.) sont rapidement utilisés après avoir simplement indiqué leur nom, leur symbole et la grandeur qui les caractérise. On ne se préoccupe pas des phénomènes physiques mis en jeu, mais de leur comportement en générateur ou en récepteur et du bilan énergétique.
Dans les schémas électriques, on veille à ne faire apparaître que la borne « COM » à côté des symboles des appareils de mesure (jamais de bornes « plus » ou « moins » ou « étoile »).
Le professeur distingue dans les notations utilisées valeur moyenne, valeur efficace et valeur instantanée d'une grandeur électrique.

Liens avec les mathématiques
Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.
Lecture et exploitation de courbes.

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

Énergie interne

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Température. Capacité thermique massique. Énergie massique de changement d'état. Les différents modes de transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement.	– Associer qualitativement la température d'un corps à l'agitation interne de ses constituants microscopiques. – Citer les deux échelles de températures et les unités correspondantes (degré celsius et kelvin). – Convertir en kelvin, une température exprimée en degré celsius et réciproquement. – Exprimer et calculer la variation d'énergie interne d'un solide ou d'un liquide lors d'une variation de température. – Définir et exploiter la capacité thermique massique. – Définir et exploiter l'énergie massique de changement d'état d'une espèce chimique. – Prévoir le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes dans des cas concrets pour déterminer leur état final. – Décrire qualitativement les trois modes de transferts

	thermiques en citant des exemples. – Mesurer des températures. – Réaliser expérimentalement le bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire. – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure.

Repères pour l'enseignement

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

Le terme de chaleur est utilisé pour décrire un transfert thermique d'origine microscopique entre deux systèmes et non une forme d'énergie.

Liens avec les mathématiques

Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.

Lecture et exploitation de courbes.

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

- Étude d'un ballon d'eau chaude dans le contexte de l'habitat.
- Étude d'une installation thermique.
- Le grand four solaire d'Odeillo.

Énergie mécanique

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Référentiels et trajectoires. Vitesse linéaire. Accélération. Énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation.	– Choisir un référentiel et caractériser un mouvement par rapport à celui-ci. – Écrire et exploiter la relation entre distance parcourue, durée du parcours et vitesse moyenne dans le cas d'un mouvement de translation rectiligne. – Définir la vitesse instantanée comme la dérivée de la position, après l'avoir introduite comme la limite de la vitesse moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit (mouvement rectiligne). – Définir l'accélération comme la dérivée de la vitesse instantanée. – Mesurer des vitesses et accélérations dans le cas d'un mouvement de translation rectiligne. – Écrire et exploiter la relation de définition de

Énergie potentielle de pesanteur. Énergie potentielle élastique. Énergie mécanique. Pression dans un fluide parfait et incompressible en équilibre. Équilibre d'un fluide soumis à la pesanteur.	l'énergie cinétique d'un solide en translation. – Relier une modification de l'énergie cinétique d'un solide en translation à la nature de son mouvement (accéléré ou décéléré). – Analyser des variations de vitesse en termes d'échanges entre énergie cinétique et énergie potentielle (de pesanteur ou élastique). – Exprimer et évaluer l'énergie mécanique d'un solide en mouvement de translation rectiligne. – Analyser un mouvement en termes de conservation et de non-conservation de l'énergie mécanique et en termes de puissance moyenne échangée par le système. – Identifier, inventorier, caractériser et modéliser par des forces, les actions mécaniques s'exerçant sur un système. – Exploiter la représentation d'une force s'exerçant en un point par un vecteur : direction, sens et norme. – Citer et exploiter le principe d'inertie appliqué à un système. – Écrire et exploiter l'expression du travail d'une force constante lors d'un mouvement de translation rectiligne. – Associer une variation d'énergie cinétique d'un solide en translation au travail des forces appliquées. – Définir une pression moyenne exercée sur une surface à partir de la force pressante appliquée sur celle-ci. – Citer et exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique. – Déterminer ou mesurer des pressions ou des différences de pression. – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure.

Repères pour l'enseignement

Le professeur veille à adopter une approche contextualisée à partir de l'étude de systèmes réels simplifiés et assimilés du point de vue de leur mouvement à un point matériel.

Il réduit l'étude du mouvement de translation d'un solide à celle de son centre de masse.

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

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

Liens avec les mathématiques
Dérivées et primitives.
Produit scalaire.
Lecture et exploitation de courbes.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application
- Étude du vol zéro G : la trajectoire parabolique.
- Étude des avantages d'un vélo à assistance électrique : étude de l'efficacité énergétique d'un vélo à assistance électrique sur des trajets rectiligne horizontaux et pentus.
- Déterminer la vitesse de déplacement d'un skieur tracté par un téléski.
- Les frottements dans la cinématique : frottement dans la propulsion axiale d'un engin sous-marin, dans un ballon dirigeable.

Énergie transportée par la lumière

Notions et Contenus	**Capacités exigibles**
Conversion photovoltaïque. Le rayonnement laser. Protection contre les risques du rayonnement laser.	– Utiliser un appareil pour déterminer ou mesurer une irradiance (ou éclairement énergétique, en $W.m^{-2}$) : pyranomètre, solarimètre, etc. – Calculer la puissance reçue par une surface, l'irradiance étant connue. – Estimer l'irradiance d'un laser, la puissance émise étant connue, pour conclure sur ses domaines d'utilisation et les mesures de protection associées. – Effectuer expérimentalement le bilan énergétique et déterminer le rendement d'un panneau photovoltaïque. – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure.

Repères pour l'enseignement
L'utilisation du laser peut être contextualisée dans le domaine de la production industrielle (métallerie par exemple) ou dans celui de la santé (chirurgie).
Les phénomènes physiques mis en jeu dans un panneau photovoltaïque ou un laser ne sont pas abordés, seul le bilan énergétique est traité.

Liens avec les mathématiques
Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.
Lecture et exploitation de courbes.

Géométrie dans le plan.

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

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

MATIÈRE ET MATÉRIAUX :

Organisation de la matière et propriétés des matériaux

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Structure de l'atome. Isotopie. Liaisons covalentes simple et double, schéma de Lewis. Interactions intermoléculaires. Concentrations de masse ou de quantité de matière. Les propriétés des matériaux : propriétés électriques, thermiques, mécaniques, optiques, magnétiques et chimiques. Règlement CLP (Classification, Labelling, Packaging) européen.	– Distinguer et citer les constituants d'un atome (électrons, protons, neutrons). – Définir et distinguer des isotopes. – Décrire à l'aide du schéma de Lewis et des règles du duet et de l'octet, le nombre de liaisons que peut établir un atome de carbone, d'azote, d'oxygène, d'hydrogène, de chlore ou de soufre. – Reconnaître les groupes caractéristiques des fonctions alcool et acide. – Donner les formules développée, semi-développée et brute d'une molécule. – Calculer une concentration de masse (en $kg.L^{-1}$), une concentration de quantité de matière (en $mol.L^{-1}$) et déterminer l'une à partir de l'autre. – Adapter son attitude aux pictogrammes des produits utilisés et aux consignes de sécurité correspondantes. – Réaliser une solution de concentration donnée par dilution ou dissolution d'un soluté. – Déterminer une concentration d'un soluté dans une solution à partir du protocole de préparation de celle-ci ou à partir de mesures expérimentales. – Rechercher, extraire et exploiter des informations relatives à la production industrielle, l'utilisation et l'éventuel recyclage de quelques matériaux usuels. – Choisir, à partir d'un cahier des charges, des matériaux en fonction de propriétés physiques attendues : électriques, thermiques, mécaniques, optiques et magnétiques. – Déterminer ou mesurer quelques caractéristiques physiques de matériaux (résistivité électrique, résistance thermique surfacique, indice de réfraction,

	etc.). – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure.

Repères pour l'enseignement
Il convient de privilégier les démarches contextualisées pour répondre à un cahier des charges.

Liens avec les mathématiques
Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.
Lecture et exploitation de courbes.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application
- Le CND (Contrôle Non Destructif) pour la détection des défauts d'un matériau.
- Les traceurs et marqueurs isotopiques utilisés en médecine.
- Choix des matériaux en fonction d'un cahier des charges simple.

Réactions chimiques de combustion

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Les combustions. Carburants, chaînes carbonées et alcools. Biocarburants.	– Identifier la chaîne carbonée d'un alcane et d'un alcène. – Identifier le groupe caractéristique de la fonction alcool. – Écrire et exploiter l'équation chimique d'une réaction de combustion complète d'un hydrocarbure ou d'un biocarburant pour analyser une situation. – Écrire et exploiter une équation chimique de combustion incomplète pour un carburant donné, les produits étant indiqués. – Utiliser le modèle de la réaction chimique pour prévoir les quantités de matière des produits ou le réactif limitant lors d'une combustion.

Repères pour l'enseignement
Les carburants étudiés sont limités aux alcanes, alcènes et alcools.

Liens avec les mathématiques
Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.
Lecture et exploitation de courbes.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application
- Étude d'un chauffage d'appoint ou d'un chauffage au bioéthanol.
- La carburant bioéthanol : comparaison avec les carburants actuels.

– Nouvelle génération de biocarburants.

Réactions chimiques d'oxydo-réduction

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Réactions d'oxydo-réduction et transferts d'électrons. Corrosion des matériaux.	– Définir et distinguer un oxydant, un réducteur, une oxydation, une réduction et un couple oxydant/réducteur. – Écrire une demi-équation électronique, le couple oxydant/réducteur étant donné. – Écrire une équation chimique d'oxydoréduction, les deux couples oxydant/réducteur étant donnés. – Exploiter une équation chimique d'oxydo-réduction pour analyser une situation de corrosion.

Repères pour l'enseignement
L'étude des phénomènes de corrosion est contextualisée dans les domaines de la vie courante et de l'industrie.

Liens avec les mathématiques
Grandeurs proportionnelles.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application
– Production de dioxygène au sein de la station spatiale internationale : réaction d'oxydo-réduction en milieu basique.
– La pile à combustible classique.
– Les différentes techniques de piles à combustible : état de l'art.

■ ONDES ET INFORMATIONS :

Introduction à la notion d'onde

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Les grandeurs caractéristiques d'une onde.	– Citer des exemples d'ondes mécaniques (sonores, sismiques, etc.) et leurs milieux matériels de propagation. – Distinguer le cas particulier de l'onde électromagnétique qui ne nécessite pas de milieu matériel de propagation. – Associer la propagation d'une onde à un transfert d'énergie sans déplacement de matière.

Phénomènes de transmission, d'absorption, de réflexion.	– Distinguer une onde longitudinale d'une onde transversale. – Mettre en œuvre un guide d'onde. – Associer une onde à une perturbation qui se propage, dont les caractéristiques peuvent transporter des informations. – Associer la transmission de l'information à une transmission d'onde modulée selon un code donné entre l'émetteur et le récepteur. – Mettre en œuvre un dispositif expérimental permettant d'observer les phénomènes de transmission, de réflexion et d'absorption. – Citer et exploiter la relation entre longueur d'onde, célérité et fréquence. – Définir et déterminer (par une mesure ou un calcul) les grandeurs physiques associées à une onde périodique : célérité, valeurs minimale et maximale, période, fréquence et longueur d'onde. – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure.

Repères pour l'enseignement

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

La définition et l'utilisation des décibels ne sont pas abordées au niveau de la classe de première.

Liens avec les mathématiques

Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.
Lecture et exploitation de courbes.
Géométrie dans le plan.
Fonctions circulaires.

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

- Fonctionnement d'un implant cochléaire : étude du microphone et des ondes sonores.
- Étude du fonctionnement d'un sonar de chalut.
- Étude des systèmes communicants dans le domaine de la domotique.

Ondes sonores

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Propriétés, propagation des ondes sonores et ultrasonores.	– Énoncer qu'un milieu matériel est obligatoire à la propagation d'une onde sonore ou ultrasonore. – Déterminer ou mesurer les grandeurs physiques

Phénomène de réflexion. Intensité et puissance acoustiques.	associées à une onde sonore ou ultrasonore : célérité, amplitude, période, fréquence et longueur d'onde. – Citer l'ordre de grandeur de la célérité du son dans l'air. – Évaluer par une mesure ou un calcul la célérité du son dans quelques milieux : air, eau, métal. – Déterminer expérimentalement des distances à partir de la propagation d'un signal avec ou sans réflexion. – Identifier et citer les deux grandeurs influençant la perception sensorielle d'un son : amplitude et fréquence. – Associer qualitativement fréquence et amplitude à la hauteur et à l'intensité acoustique d'un son. – Citer l'ordre de grandeur des limites du domaine de fréquences audibles. – Exploiter la relation entre la puissance et l'intensité acoustiques. – Identifier les sources d'erreurs de mesure. – Associer une incertitude-type à un résultat de mesure.

Repères pour l'enseignement
La définition du niveau d'intensité acoustique et l'utilisation des décibels ne sont pas abordées au niveau de la classe de première.

Liens avec les mathématiques
Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.
Lecture et exploitation de courbes.
Géométrie dans le plan.
Fonctions circulaires.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application
– Étude de l'échographie, radar de recul, sonar, alarme, sifflet ultrason, etc.

Ondes électromagnétiques

Notions et Contenus	Capacités exigibles
Ondes électromagnétiques (rayonnements gamma, X, UV, visible, IR, radio).	– Citer et exploiter la relation entre énergie et fréquence d'une onde électromagnétique. – Ordonner les domaines des ondes électromagnétiques (rayonnements gamma, X, UV, visible, IR, radio) en fonction de la fréquence, de la

Le rayonnement laser. Protection contre les risques du rayonnement laser.	longueur d'onde dans le vide ou de l'énergie. – Citer les longueurs d'ondes perceptibles par l'œil humain. – Citer la valeur de la célérité d'une onde électromagnétique dans le vide. – Extraire d'une documentation fournie et exploiter les principales caractéristiques (longueur d'onde, puissance, directivité) d'un laser. – Citer les risques et les précautions associés à l'utilisation de sources lumineuses (laser, led).

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

Liens avec les mathématiques
Grandeurs proportionnelles et inversement proportionnelles.
Lecture et exploitation de courbes.

Exemples de situation-problème d'apprentissage et projets d'application
- Couverture anti-onde : efficacité de la cage de Faraday.
- Télémétrie laser.
- Transmission par fibre optique.
- Principe de fonctionnement de l'imagerie par résonance nucléaire.
- Étude des mesures préventives des risques des rayons X pour les travailleurs exposés.

PROGRAMME DE MATHÉMATIQUES

Intentions majeures

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

- permettre l'acquisition de connaissances et le développement de compétences mathématiques immédiatement utiles pour la physique et la chimie (produit scalaire, fonctions trigonométriques, dérivées, techniques et automatismes de calcul) ;
- introduire des notions et des concepts mathématiques qui seront utilisés ultérieurement dans le cadre d'études supérieures mais dont la bonne appropriation nécessite une anticipation ;
- développer des capacités d'abstraction, de raisonnement et d'analyse critique essentielles à la réussite d'études supérieures.

Géométrie dans le plan

Trigonométrie

Contenus

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

Capacités attendues

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

Commentaires
On vise une bonne familiarisation des élèves avec les fonctions trigonométriques, en appui sur le cercle trigonométrique.
Les élèves sont entraînés à mémoriser certains résultats sous forme d'images mentales basées sur le cercle trigonométrique.
En lien avec la physique, on utilise le vocabulaire « phase instantanée » pour désigner l'expression $(\omega t+\varphi)$ et « phase à l'origine » pour le paramètre φ.

Liens avec l'enseignement de physique-chimie
Grandeurs physiques associées à une onde mécanique sinusoïdale : amplitude, période, fréquence.

Produit scalaire

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

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

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

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

Nombres complexes

Contenus

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

– Argument et forme trigonométrique.

Capacités attendues

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

Commentaires

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

Analyse

Dérivées

Contenus

Point de vue local

– Notations : $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$, $\frac{dy}{dx}(x_0)$, $\frac{df}{dx}(x_0)$, $f'(x_0)$.

– Approximation affine d'une fonction au voisinage d'un point.

Point de vue global

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

Capacités attendues

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

Commentaires

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

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

Pour la dérivée d'un produit, on présente le principe de la démonstration à partir du taux de variation.

Le résultat pour le quotient est admis à ce stade. Il pourra être démontré en terminale à partir de la composition.

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

Vitesse moyenne, vitesse instantanée ; accélération.

Puissance moyenne, puissance instantanée.

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

Si la relation $y=f(x)$ traduit une dépendance entre deux grandeurs, les notations $\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right)_{x_0}$, $\frac{dy}{dx}(x_0)$ ou $\frac{df}{dx}(x_0)$ favorisent l'interprétation du nombre dérivé comme taux de variation infinitésimal.

L'approximation affine de f au voisinage de x_0 permet de calculer, au premier ordre, l'accroissement de la grandeur $y=f(x)$ en fonction de celui de la grandeur x : $\Delta y = f'(x_0)\Delta x$.

Primitives

Contenus

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

Capacités attendues

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

Commentaires

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

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

Liens avec l'enseignement de physique-chimie

Calculer la loi horaire à partir de la vitesse ou de l'accélération instantanée dans le cas d'un mouvement rectiligne.

Établir la loi d'évolution de la vitesse et de la position en fonction du temps dans le cas du modèle de la chute libre verticale.

Situations algorithmiques

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