

**Programmes en vigueur pour le baccalauréat
Session 2023
Enseignement de spécialité Physique-Chimie et
Mathématiques en série STI2D**

Jean-Philippe Fournou – Armelle Klein – Emmanuelle Laage – Jean-Joël Teixeira
Version du dimanche 9 octobre 2022

Ce document rappelle les contours de la nouvelle épreuve de Physique – Chimie et Mathématiques (PCM) de la spécialité série sciences et technologies de l'industrie et du développement durable (STI2D) pour la classe de terminale.

Définition de l'épreuve

Épreuve écrite : durée de 3 heures. L'épreuve permet d'évaluer l'acquisition par les candidats des notions, contenus, capacités exigibles et compétences figurant au programme de l'enseignement de spécialité de physique-chimie et mathématiques du cycle terminal défini dans les arrêtés du 17 janvier 2019 paru au BOEN spécial n° 1 du 22 janvier 2019 et du 19 juillet 2019 paru au BOEN spécial n° 8 du 25 juillet 2019.

Programme de l'épreuve

Les notions du programme de physique-chimie et mathématiques enseignées en classe de première et non approfondies en classe de terminale ainsi que les contenus et capacités attendues figurant au programme de l'enseignement commun de mathématiques du cycle terminal sont mobilisables. Elles ne peuvent cependant constituer un ressort essentiel du sujet.

L'épreuve permet d'évaluer le degré d'atteinte par les candidats des objectifs de formation suivants :

- mobiliser ses connaissances en situation ;
- mettre en œuvre une démarche de résolution de problème ;
- mener des raisonnements ;
- analyser et exploiter des résultats expérimentaux ;
- avoir une attitude critique face aux résultats obtenus ;
- communiquer à l'écrit.

Notions du programme de terminale pouvant être évaluées lors de l'épreuve finale de spécialité Physique-Chimie et Mathématiques en Série STI2D

Mesure et incertitudes

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Dispersion des mesures. Incertitude-type sur une série de mesures ou une mesure unique.	<ul style="list-style-type: none">- Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (type A).- <i>Utiliser un outil numérique pour évaluer une incertitude-type</i> par une approche statistique (type A).- Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type associée à une mesure unique en exploitant une relation fournie.
Incertitude-type composée.	<ul style="list-style-type: none">- Comparer le poids des différentes sources d'erreur, à partir de l'incertitude-type associée à chacune d'elles.- <i>Utiliser un outil numérique pour évaluer l'incertitude-type composée associée à une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs incertitudes.</i>- Faire des propositions pour améliorer un protocole de mesure.
Valeur de référence. Validité d'un résultat.	<ul style="list-style-type: none">- Évaluer le nombre d'incertitudes-types séparant le résultat d'une mesure de la valeur de référence.- Discuter selon le contexte de la validité d'un résultat de mesure en fonction du nombre d'incertitudes-types le séparant d'une valeur de référence.
Écriture d'un résultat.	<ul style="list-style-type: none">- Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique pour écrire un résultat avec l'incertitude associée et l'unité correspondante.- Arrondir un résultat d'une mesure en cohérence avec l'incertitude associée.

Repères pour l'enseignement

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

Il met l'accent sur le mode d'obtention des valeurs des incertitudes-types en privilégiant l'utilisation d'outils numériques.

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. Le nombre d'incertitudes-types admissible dépend du contexte d'étude, le professeur exploite différents exemples.

Liens avec les mathématiques

- L'écart-type d'une série de mesures est étudié en classe de seconde.
- La fluctuation d'échantillonnage est abordée dans les programmes de mathématiques des enseignements communs.

Énergie

• L'énergie et ses enjeux

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Énergie et puissance.	<ul style="list-style-type: none">- Définir la puissance instantanée comme la limite de la puissance moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit.- Définir la puissance instantanée comme la dérivée par rapport au temps de l'énergie.- Déterminer l'énergie mise en jeu par un système pendant un intervalle de temps donné à partir de la courbe représentant la puissance en fonction du temps.- <i>Utiliser un outil numérique (tableur, logiciel ou programme informatique) pour calculer les valeurs de la puissance d'un système à partir d'un tableau de valeurs de l'énergie mise en jeu au cours du temps.</i>- <i>Utiliser un outil numérique (tableur, logiciel ou programme informatique) pour calculer les valeurs de l'énergie mise en jeu au cours du temps à partir d'un tableau de valeurs de la puissance d'un système.</i>- Estimer la durée de fonctionnement d'un système autonome.
Puissance absorbée et puissance utile. Rendement d'une conversion, d'un transfert d'énergie.	<ul style="list-style-type: none">- Exploiter la relation permettant de calculer le rendement d'une conversion ou d'un transfert d'énergie.
Réversibilité des conversions d'énergie.	<ul style="list-style-type: none">- Définir un fonctionnement réversible et non-réversible pour un convertisseur.

Repères pour l'enseignement

Le professeur contextualise son enseignement dans les différents domaines de la vie courante, de la production et des services. Il met en évidence les ordres de grandeurs des rendements de différents moteurs (électriques, thermiques ...). Il fournit aux élèves des éléments de compréhension pour aborder les grands débats de société du XXI^e siècle (ressources énergétiques, climat ...).

Le calcul de l'énergie correspondant à l'aire sous la courbe de la puissance en fonction du temps est mis en relation avec l'intégrale étudiée en mathématiques, notamment l'approximation du calcul de l'intégrale par la méthode des rectangles.

Liens avec les mathématiques

- Nombre dérivé, fonction dérivée.
- Intégrale et aire sous une courbe.

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

- Comparaison des modes de production d'énergie pour des véhicules autonomes.
- Transformation d'un vélo classique en vélo à assistance électrique.
- Comparer l'autonomie de véhicules de différentes motorisations.

- **Énergie chimique**

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Piles, accumulateurs. Conversion d'énergie chimique en énergie électrique.	<ul style="list-style-type: none">- Distinguer une pile d'un accumulateur.- Calculer l'énergie totale stockée dans une batterie d'accumulateurs ou une pile à partir des caractéristiques tension et quantité d'électricité stockée.- <i>Exploiter les principales caractéristiques des piles ou accumulateurs (tension à vide, capacité, énergies massique et volumique, nombre de cycles de charge et décharge) pour les utiliser dans des applications spécifiques.</i>

Repères pour l'enseignement

Le professeur montre la contribution de la physique à l'évolution technologique des piles et des accumulateurs.

Liens avec les mathématiques

- Exploitation de courbes.

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

- Choisir les piles ou accumulateurs en fonction d'un cahier des charges donné.
- Systèmes embarqués.
- Étude comparative de batteries de véhicules électriques ou hybrides.

• Énergie électrique

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Le régime sinusoïdal. Puissance active et puissance apparente.	<ul style="list-style-type: none"> - Indiquer que la puissance apparente S, égale au produit des valeurs efficaces de la tension et de l'intensité du courant, est une grandeur de dimensionnement d'une installation ou d'un équipement électrique. - Indiquer que la puissance active P est égale à la puissance moyenne mise en jeu par une installation ou d'un équipement électrique. - <i>Mesurer une puissance active P et apparente S en régime sinusoïdal.</i> - <i>Utiliser un outil numérique (tableur, logiciel ou programme informatique) pour calculer la valeur de la puissance active d'un système à partir des évolutions temporelles de la tension et de l'intensité du courant.</i> - Calculer le facteur de puissance $k = P/S$ d'un récepteur en régime sinusoïdal.

Repères pour l'enseignement

Pour préparer les élèves à la modélisation, le professeur pourra introduire la représentation complexe d'un courant électrique sinusoïdal.

Liens avec les mathématiques

- Fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.
- Nombres complexes.
- Exploitation de courbes.

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

- Limitation des pertes dans un réseau électrique en régime sinusoïdal.
- Gestion et optimisation de la distribution ou de la consommation de l'énergie électrique.

• Énergie interne

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Flux thermique.	<ul style="list-style-type: none"> - Définir le flux thermique à travers une paroi comme un débit d'énergie équivalent à une puissance. - Calculer le flux thermique à travers une paroi.
Conduction et résistance thermique. Conductivité thermique.	<ul style="list-style-type: none"> - Exploiter la relation entre flux thermique à travers une paroi en régime permanent, résistance thermique et écart de température. - Relier qualitativement l'augmentation de la résistance thermique d'une paroi à la diminution du flux thermique la traversant pour un même écart de température. - Calculer la valeur de la résistance thermique d'une paroi à partir de son épaisseur et de la conductivité thermique du matériau. - Calculer la résistance thermique d'une paroi composée de plusieurs couches de matériaux différents. - <i>Déterminer expérimentalement la résistance thermique d'une paroi.</i>

Liens avec les mathématiques

- Exploitation de courbes.

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

- Étude de l'efficacité énergétique d'un double ou d'un triple vitrage.
- Comparaison des structures de bâtiments à énergie positive : impact de l'ossature bois ou de la structure béton sur l'efficacité énergétique.
- Exploitation de la thermographie infra-rouge pour contrôler l'isolation thermique d'un bâtiment.

• Énergie mécanique

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Principe fondamental de la dynamique.	<ul style="list-style-type: none">- Déterminer, à partir de l'accélération, la résultante des forces appliquées à un système dont le mouvement est rectiligne.- Déterminer les caractéristiques de l'accélération d'un système dans le cas d'un mouvement rectiligne à partir des forces extérieures appliquées.- <i>Exploiter numériquement des résultats expérimentaux pour valider le modèle de la chute libre.</i>- <i>Mesurer des accélérations et en déduire la résultante des forces extérieures appliquées au système étudié.</i>
Force de frottement entre un fluide et un solide. Force de frottement entre solides. Transfert d'énergie par travail mécanique.	<ul style="list-style-type: none">- <i>Exploiter des mesures pour modéliser une force de résistance aérodynamique lors d'un déplacement d'un solide à vitesse constante.</i>- Exploiter la relation entre la variation d'énergie cinétique d'un solide en translation et le travail des forces extérieures appliquées pour déterminer une force de frottement supposée constante (frottement solide-solide).

Repères pour l'enseignement

Les vitesses et les accélérations sont soit mesurées à l'aide de capteurs spécifiques soit évaluées avec des logiciels de pointage. Les aspects cinématiques du mouvement d'un point sont traités dans la partie « Mathématiques » du programme et éventuellement réinvestis dans cette partie de physique.

L'étude de la notion de pression, de la statique des fluides incompressibles permet une première approche des concepts qui seront remobilisés lors de l'étude de la dynamique des fluides dans l'enseignement supérieur.

Liens avec les mathématiques

- Dérivées.
- Produit scalaire (programme de première).
- Lecture et exploitation de courbes.
- Géométrie dans le plan.

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

- Ballon sonde atmosphérique : thermographie par ballon captif relié au sol (évolution de la pression liée à l'altitude).
- Étude de la flottabilité d'un engin sous-marin.
- Les mouvements avec frottement : propulsion axiale d'un engin sous-marin ou d'un ballon dirigeable.

• Énergie transportée par la lumière

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Modèle corpusculaire de la lumière (le photon). Énergie d'un photon.	<ul style="list-style-type: none">- Interpréter les échanges d'énergie entre la matière et la lumière à l'aide de la notion de photon.- Citer et exploiter la relation $\Delta E = h.f$ reliant une variation d'énergie à la fréquence des photons émis ou reçus.

<p>Conversion photovoltaïque. Conversion photothermique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les formes d'énergie mises en jeu dans une conversion photovoltaïque et une conversion photothermique. - Exploiter les caractéristiques tension-courant d'un panneau photovoltaïque pour identifier son point de fonctionnement. - Réaliser le bilan de puissance pour déterminer le rendement d'une conversion photovoltaïque et d'une conversion photothermique.
--	---

Repères pour l'enseignement

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

Liens avec les mathématiques

- Géométrie dans le plan.
- Lecture et exploitation de courbes.

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

- Comparaison du rendement de conversion de divers panneaux solaires photovoltaïques (monocristallins, polycristallins, amorphes).
- Étude de l'autonomie énergétique d'une habitation équipée de panneaux solaires thermiques et photovoltaïques.
- La voile solaire.

Matière et matériaux

• Propriétés des matériaux et organisation de la matière

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Changements d'état et transferts thermiques. _	<ul style="list-style-type: none">- Associer, dans le cas de l'eau, un changement d'état à l'établissement ou à la rupture de liaisons hydrogène entre molécules.- Utiliser un diagramme d'état (P, T) pour déterminer l'état final d'un fluide lors d'une transformation physique d'un corps pur.- <i>Établir expérimentalement le bilan énergétique de la transformation physique d'une entité chimique.</i>- Utiliser l'énergie massique de changement d'état et les capacités thermiques massiques pour calculer les énergies mises en jeu.

Repères pour l'enseignement

Ces notions sont contextualisées dans le cadre des débats de société sur les enjeux de la production d'énergie.

Le professeur établit l'équation d'une réaction de fission, les noyaux père et fils étant donnés, afin de permettre son exploitation avec les élèves.

Liens avec les mathématiques

- Fonction exponentielle, propriétés algébriques et représentation graphique.
- Fonction logarithme népérien.
- Équations différentielles.

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

- Outils de diagnostic médical : comparaison des techniques radioscopiques non invasives sur le corps humain : tomographie, scintigraphie...
- Datation radioactive utilisée en archéologie ou géologie.
- Production d'énergie par fission et fusion, centrale nucléaire, projet ITER.
- Pompe à chaleur.

- **Combustions**

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Bilan énergétique d'une combustion complète.	- Utiliser le modèle de la réaction chimique pour déterminer l'énergie échangée entre le système chimique étudié et le milieu extérieur lors d'une combustion complète.

Repères pour l'enseignement

Les carburants étudiés sont limités aux alcanes, alcènes et alcools. Les notions abordées en première sont réinvesties pour établir le bilan énergétique à partir du bilan de matière. Les quantités de produits formés, notamment le dioxyde de carbone, sont exploitées pour illustrer la problématique du réchauffement climatique.

Liens avec les mathématiques

- Exploitation de courbes.

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

- Étude comparée de la combustion d'une chaudière avec ou sans condensation.
- Étude comparée de dispositifs de chauffage à combustion (efficacité énergétique, bilan carbone, coût ...).

- **Oxydo-réduction : piles, accumulateurs et piles à combustible**

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Transformation chimique et générateurs électriques. Piles, accumulateurs. Piles à combustible.	- Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile ou un accumulateur à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur utilisés. - Exploiter les équations d'une réaction d'oxydo-réduction pour réaliser un bilan de matière dans le cas d'une charge puis d'une décharge d'un accumulateur. - Exploiter les équations d'une réaction d'oxydo-réduction pour réaliser un bilan de matière dans le cas d'une pile à combustible.

Repères pour l'enseignement

Les notions introduites en première sont mobilisées pour étudier la réversibilité des équations d'oxydo-réduction et de ses applications fonctionnelles.

L'utilisation d'un tableau d'avancement n'est ni utile, ni exigée.

Liens avec les mathématiques

- Exploitation de courbes.

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

- Production d'énergie pour des systèmes autonomes.
- Véhicules à hydrogène.

- Réactions chimiques acido-basiques

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Définition d'un acide et d'une base. Couple acide-base. Définition du pH. Réaction acido-basique.	<ul style="list-style-type: none">- Définir un acide comme un donneur de proton et une base comme un accepteur de proton.- Identifier un acide et une base dans un couple donné.- Citer et exploiter la relation entre la concentration en ions H_3O^+ d'une solution aqueuse et la valeur du pH.- Prévoir le sens d'évolution du pH lors d'une dilution d'une solution aqueuse de pH connu.- Écrire et exploiter l'équation chimique d'une réaction entre un acide et une base, les couples acide/base étant donnés.- <i>Mesurer le pH d'une solution aqueuse.</i>- <i>Proposer et réaliser un protocole permettant d'obtenir une solution de concentration molaire donnée par dilution.</i>

Repères pour l'enseignement

L'étude des réactions acido-basiques est contextualisée dans les problématiques de pollution et de traitement de l'eau, des pluies acides et de l'acidification des océans.

Liens avec les mathématiques

- Exploitation de courbes.
- Fonction logarithme décimal.

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

- Traitement des pluies acides.
- Traitement d'eau des piscines par électrolyse au sel.
- Neutralisation des rejets industriels.

Ondes et signaux

• Notion d'onde

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Spectre d'amplitude d'un signal périodique.	<ul style="list-style-type: none">- Comprendre qu'un signal périodique quelconque peut être décomposé en une somme d'un signal continu (composante continue) et de signaux sinusoïdaux.- Identifier la fréquence du fondamental d'un signal périodique.- Exploiter un spectre d'amplitude d'un signal périodique pour déterminer la valeur absolue de la composante continue, l'amplitude et la fréquence du fondamental et des harmoniques présents.- Déterminer le rang d'un harmonique à partir de sa fréquence et de la fréquence du signal.- <i>Relever expérimentalement le spectre d'amplitude d'une onde périodique : déterminer la fréquence du fondamental et des harmoniques.</i>
Transmission d'un signal.	<ul style="list-style-type: none">- Déterminer l'intervalle de fréquence nécessaire pour transmettre un signal comportant un ensemble d'harmoniques choisis.

Repères pour l'enseignement

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

Le professeur veille à montrer que le spectre d'amplitude seul ne suffit pas à caractériser un signal périodique. Il montre que deux signaux périodiques de formes différentes peuvent avoir le même spectre d'amplitude.

La définition et l'utilisation des décibels ne sont pas abordées dans ce cadre ; elles le sont uniquement dans le cadre des ondes sonores.

Liens avec les mathématiques

- Fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.
- Exploitation de courbes.

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

- Observation des transpositions en fréquence induits par les modulations.
- Utilisation de l'analyse spectrale pour la détection de pollution électromagnétique.

- Ondes sonores

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Spectre d'amplitude d'un son. Son pur et son complexe. Notion de timbre et de hauteur.	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser un outil numérique pour relever le spectre d'amplitude d'un signal sonore périodique (son pur et son complexe). - Déterminer la fréquence du fondamental et des harmoniques à partir du spectre d'amplitude d'un signal sonore. - Définir et distinguer la notion de timbre et de hauteur.
Intensité acoustique et niveau sonore.	<ul style="list-style-type: none"> - Exploiter la relation entre l'intensité acoustique et le niveau sonore. - Citer et exploiter l'unité correspondant au niveau sonore : le décibel (dB). - Exploiter des informations relatives aux courbes de sensibilité de l'oreille humaine (fréquences audibles, seuil d'audibilité, seuil de douleur, etc.). <p><i>Mesurer des niveaux sonores.</i></p>
Transmission et absorption.	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en évidence expérimentalement les phénomènes de transmission ou d'absorption d'un son par différents matériaux.

Repères pour l'enseignement

Le professeur montre l'influence des harmoniques sur la forme du signal et le timbre du son.

Liens avec les mathématiques

- Fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.
- Fonction logarithme décimal.
- Exploitation de courbes.

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

- Casque audio à réduction de bruit active.
- Étude comparative des solutions d'isolation acoustique.
- Étude de protection auditive.

- Ondes électromagnétiques

Notions et contenu	Capacités exigibles / Activités expérimentales
Spectre des ondes électromagnétiques utilisées en communication.	- Positionner les domaines fréquentiels des ondes utilisés dans les télécommunications sur une échelle de fréquence ou de longueur d'onde, à partir de données fournies.
Transmission d'informations.	<ul style="list-style-type: none"> - Associer qualitativement la transmission d'informations différentes dans un même milieu à une transposition fréquentielle. - Relier le domaine de fréquence exploité à la dimension des antennes utilisées. - <i>Mettre en œuvre une transmission d'informations par infrarouge ou onde radio.</i> - <i>Mettre en œuvre une transmission par fibre optique.</i>

Repères pour l'enseignement

La structure de l'onde électromagnétique n'est pas introduite.

La relation entre longueur d'onde, fréquence et célérité vue en première est remobilisée pour ordonner les domaines de fréquence des ondes utilisés dans les télécommunications.

Liens avec les mathématiques

- Fonctions périodiques, fonctions trigonométriques.
- Exploitation de courbes.

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

- Mise en œuvre de composants optoélectroniques dans un système de transmission.
- Étude des signaux d'une télécommande infra-rouge.
- Transmission par courant porteur en ligne.

Sources

Sur l'épreuve en elle-même (avec les limitations de programme) :

<https://www.education.gouv.fr/bo/20/Special2/MENE2001094N.htm>

Sur l'adaptation du périmètre d'évaluation de l'épreuve de l'enseignement de spécialité physique-chimie de la classe de terminale à compter de la session 2023 :

<https://www.education.gouv.fr/bo/22/Hebdo36/MENE2227886N.htm>

Programmes du cycle terminal :

- Classe de première : <https://eduscol.education.fr/1736/programmes-et-ressources-en-serie-sti2d>
- Classe de terminale : <https://eduscol.education.fr/1736/programmes-et-ressources-en-serie-sti2d>

Consignes sur la calculatrice et son usage :

https://www.education.gouv.fr/bo/15/Hebdo42/MENS1523092C.htm?cid_bo=94844