

Ce document précise les contours du programme de la partie sciences physiques de l'épreuve de l'enseignement de spécialité « sciences de l'ingénieur » pour la classe de terminale générale.

L'épreuve porte sur les notions et contenus, capacités exigibles et compétences figurant dans le programme de l'enseignement de sciences physiques complétant, en classe de [terminale](#), l'enseignement de spécialité de sciences de l'ingénieur à l'exception des notions précisées ci-dessous.

## Définition de l'épreuve

L'épreuve de spécialité sciences de l'ingénieur en classe de terminale est constituée de deux parties écrites : la première d'une durée indicative de 3 heures concerne les sciences de l'ingénieur, la seconde d'une durée indicative de 1 heure concerne les sciences physiques. Chaque partie est notée sur 20 points. Les candidats composent sur deux copies séparées, les deux notes attribuées à chaque partie sont communiquées aux candidats.

La note finale sur 20 points de l'épreuve de spécialité sciences de l'ingénieur est obtenue en multipliant par 0,75 la note sur 20 points de la partie science de l'ingénieur et par 0,25 la note sur 20 points de la partie sciences physiques et en additionnant ces deux résultats.

Une unique thématique peut servir de support commun aux deux parties de l'épreuve ; si des thématiques différentes sont utilisées, elles sont choisies afin d'être complémentaires du point de vue des champs scientifiques abordés.

## Programme de l'épreuve

# Notions du programme de terminale pouvant être évaluées lors de l'épreuve finale de spécialité sciences physiques, complément des sciences de l'ingénieur de terminale générale

### Mesure et incertitudes

L'objectif est avant tout d'exercer le discernement et l'esprit critique de l'élève à propos de valeurs mesurées, calculées ou estimées. Cette thématique est également à mettre en perspective avec l'analyse des écarts entre les performances observées et attendues, présente dans le programme de sciences de l'ingénieur.

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.</b>	Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : histogramme, moyenne et écart-type. Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole. Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes. <b>Capacité numérique</b> : Représenter l'histogramme associé à une série de mesures à l'aide d'un tableur ou d'un langage de programmation.
<b>Incertitude-type.</b>	Définir qualitativement une incertitude-type. Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (évaluation de type A). Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une autre approche que statistique (évaluation de type B).
<b>Incertitudes-types composées.</b>	Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude-type d'une grandeur s'exprimant en fonction d'autres grandeurs dont les incertitudes-types associées sont connues. <b>Capacité numérique</b> : Simuler, à l'aide d'un langage de programmation, un processus aléatoire illustrant la détermination de la valeur d'une grandeur avec incertitudes-types composées.
<b>Écriture du résultat. Valeur de référence.</b>	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer, le cas échéant, le résultat d'une mesure $m_{mes}$ à une valeur de référence $m_{ref}$ en utilisant le quotient $\frac{m_{mes}-m_{ref}}{u(m)}$ où $u(m)$ est l'incertitude-type associée au résultat.

## Contenus disciplinaires

### Mouvement et interactions

De très nombreux systèmes conçus par les ingénieurs comportent des mécanismes mettant en jeu des mouvements et des actions mécaniques qu'il est nécessaire de modéliser, en particulier pour prévoir la valeur des grandeurs associées aux performances attendues.

L'objectif principal de ce thème est d'introduire la seconde loi de Newton et de développer quelques-unes de ses conséquences. Il s'agit, à partir de cette loi, d'établir les équations générales du mouvement dans des situations variées et de les résoudre. L'étude des mouvements dans un champ uniforme permet d'appréhender de nombreuses situations relevant du quotidien et conduit à en analyser les aspects énergétiques. De même, l'étude des mouvements dans un champ de gravitation ouvre les domaines de la conquête spatiale et de l'observation de la Terre depuis l'espace.

Tout au long de cet enseignement de mécanique, le champ de validité des modèles utilisés est soigneusement précisé et les lois et concepts sont illustrés en s'appuyant sur les nombreux domaines concernés : transports, aéronautique, sport, géophysique, etc.

Lors des activités expérimentales, il est possible d'utiliser la variété des outils courants de captation et de traitement d'images vidéo, ainsi que les nombreux capteurs présents dans les objets connectés dont disposent les élèves. L'activité de simulation peut également être mise à profit notamment pour exploiter des modèles à des échelles d'espace ou de temps difficilement accessibles à l'expérimentation. Ce thème est l'occasion de développer des capacités de programmation, par exemple pour simuler et analyser le mouvement d'un système.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<b>1. Décrire un mouvement</b>	
Vecteurs vitesse et accélération. Coordonnées des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet pour un mouvement circulaire. Mouvement rectiligne uniformément accéléré. Mouvement circulaire uniforme.	Citer et exploiter les expressions des coordonnées des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet, dans le cas d'un mouvement circulaire.  Caractériser le vecteur accélération pour les mouvements suivants : rectiligne, rectiligne uniforme, rectiligne uniformément accéléré, circulaire, circulaire uniforme. <i>Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie pour déterminer les coordonnées du vecteur position en fonction du temps et en déduire les coordonnées approchées ou les représentations des vecteurs vitesse et accélération.</i> <b>Capacité numérique</b> : Représenter des vecteurs accélération d'un point lors d'un mouvement à l'aide d'un langage de programmation. <b>Capacité mathématique</b> : Dériver une fonction.

## 2. Relier les actions appliquées à un système à son mouvement

<p><b>Deuxième loi de Newton</b></p> <p>Centre de masse d'un système.</p> <p>Référentiel galiléen.</p> <p>Deuxième loi de Newton.</p>	<p>Justifier qualitativement la position du centre de masse d'un système, cette position étant donnée.</p> <p>Discuter qualitativement du caractère galiléen d'un référentiel donné pour le mouvement étudié.</p> <p>Utiliser la deuxième loi de Newton dans des situations variées pour en déduire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le vecteur accélération du centre de masse, les forces appliquées au système étant connues ;</li> <li>- la somme des forces appliquées au système, le mouvement du centre de masse étant connu.</li> </ul>
<p><b>Mouvement dans un champ uniforme</b></p> <p>Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme.</p> <p>Champ électrique créé par un condensateur plan.</p> <p>Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</p> <p>Aspects énergétiques.</p>	<p>Montrer que le mouvement dans un champ uniforme est plan.</p> <p>Établir et exploiter les équations horaires du mouvement.</p> <p>Établir l'équation de la trajectoire.</p> <p>Discuter de l'influence des grandeurs physiques sur les caractéristiques du champ électrique créé par un condensateur plan, son expression étant donnée.</p> <p>Exploiter la conservation de l'énergie mécanique ou le théorème de l'énergie cinétique dans le cas du mouvement dans un champ uniforme.</p> <p><i>Utiliser des capteurs ou une vidéo pour déterminer les équations horaires du mouvement du centre de masse d'un système dans un champ uniforme. Étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique.</i></p> <p><b>Capacité numérique :</b> Représenter, à partir de données expérimentales variées, l'évolution des grandeurs énergétiques d'un système en mouvement dans un champ uniforme à l'aide d'un langage de programmation ou d'un tableur.</p> <p><b>Capacités mathématiques :</b> Résoudre une équation différentielle, déterminer la primitive d'une fonction, utiliser la représentation paramétrique d'une courbe.</p>
<p><b>Mouvement dans un champ de gravitation</b></p> <p>Mouvement des satellites et des planètes. Orbite.</p> <p>Lois de Kepler.</p> <p>Période de révolution.</p> <p>Satellite géostationnaire.</p>	<p>Déterminer les caractéristiques des vecteurs vitesse et accélération du centre de masse d'un système en mouvement circulaire dans un champ de gravitation newtonien.</p> <p>Établir et exploiter la troisième loi de Kepler dans le cas du mouvement circulaire.</p> <p><b>Capacité numérique :</b> Exploiter, à l'aide d'un langage de programmation, des données astronomiques ou satellitaires pour tester les deuxième et troisième lois de Kepler.</p>

## L'énergie : conversions et transferts

Le dimensionnement des objets technologiques, étape essentielle du travail de l'ingénieur, inclut très souvent des problématiques d'échanges thermiques. En complémentarité avec l'enseignement de sciences de l'ingénieur, l'enjeu de ce thème est désormais d'effectuer des bilans d'énergie en s'appuyant sur le premier principe de la thermodynamique. Une fois le système clairement défini, il s'agit d'identifier les transferts d'énergie, de prévoir leur sens et enfin d'effectuer un bilan entre un état initial et un état final de ce système dans le cadre d'une démarche à adapter en fonction des informations disponibles. L'étude de l'évolution de la température d'un système au contact d'un thermostat est l'occasion de proposer une modélisation par une équation différentielle du premier ordre et d'introduire la notion de temps caractéristique.

Ce thème peut prendre appui sur un ensemble varié de domaines – transport, habitat, espace, santé – et permettre de sensibiliser les élèves à la problématique des économies d'énergie par une approche rationnelle, là encore en lien avec l'enseignement de sciences de l'ingénieur.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
<p>Énergie interne d'un système. Aspects microscopiques.</p> <p>Premier principe de la thermodynamique. Transfert thermique, travail.</p> <p>Capacité thermique d'un système incompressible. Énergie interne d'un système incompressible.</p> <p>Modes de transfert thermique. Flux thermique. Résistance thermique.</p> <p>Loi phénoménologique de Newton, modélisation de l'évolution de la température d'un système au contact d'un thermostat.</p>	<p>Citer les différentes contributions microscopiques à l'énergie interne d'un système.</p> <p>Prévoir le sens d'un transfert thermique.</p> <p>Distinguer, dans un bilan d'énergie, le terme correspondant à la variation de l'énergie du système des termes correspondant à des transferts d'énergie entre le système et l'extérieur.</p> <p>Exploiter l'expression de la variation d'énergie interne d'un système incompressible en fonction de sa capacité thermique et de la variation de sa température pour effectuer un bilan énergétique.</p> <p><i>Procéder à l'étude énergétique d'un système thermodynamique.</i></p> <p>Décrire qualitativement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection, rayonnement.</p> <p>Exploiter la relation entre flux thermique, résistance thermique et écart de température, l'expression de la résistance thermique étant donnée.</p> <p>Effectuer un bilan d'énergie pour un système incompressible échangeant de l'énergie par un transfert thermique modélisé à l'aide de la loi de Newton fournie. Établir l'expression de la température du système en fonction du temps.</p> <p><i>Suivre l'évolution de la température d'un système incompressible recevant un flux thermique donné. Modéliser l'évolution de sa température.</i></p> <p><b>Capacité mathématique</b> : Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants avec un second membre constant.</p>

### 1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

Cette partie concerne l'étude des phénomènes mis en jeu dans des systèmes que l'ingénieur conçoit et met en œuvre, en particulier lorsqu'il s'agit d'émettre et de recevoir un signal ou d'échanger des informations. En complément de l'enseignement de sciences de l'ingénieur, l'étude proposée permet de caractériser quelques propriétés des ondes qui interviennent lors de la conception de systèmes technologiques.

Ce travail, commencé dès la classe de seconde avec l'étude des signaux sonores, permet d'exploiter la modélisation des ondes en caractérisant des phénomènes qui leur sont propres

: diffraction, interférences, effet Doppler. Tout en préparant à la poursuite d'études scientifiques, cette partie permet d'illustrer la variété des domaines d'application : télécommunications, santé, astronomie, géophysique, biophysique, acoustique, lecture optique, interférométrie, vélocimétrie, etc.

Même si certains de ces phénomènes peuvent échapper à l'observation directe, le recours à l'instrumentation et à la mesure permet de mener de nombreuses expériences pour illustrer ou tester les modèles. Il s'agit donc d'interpréter des observations courantes en distinguant bien le ou les phénomènes en jeu et en portant une attention particulière aux conditions de leur manifestation. Pour l'étude de la diffraction et des interférences, on se limite au cas des ondes sinusoïdales.

Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
Intensité sonore, intensité sonore de référence, niveau d'intensité sonore. Atténuation (en dB).	Exploiter l'expression donnant le niveau d'intensité sonore d'un signal. <i>Illustrer l'atténuation géométrique et l'atténuation par absorption.</i> <b>Capacité mathématique</b> : Utiliser la fonction logarithme décimal et sa fonction réciproque.
Diffraction d'une onde par une ouverture : conditions d'observation et caractéristiques. Angle caractéristique de diffraction.	Caractériser le phénomène de diffraction dans des situations variées et en citer des conséquences concrètes. Exploiter la relation exprimant l'angle caractéristique de diffraction en fonction de la longueur d'onde et de la taille de l'ouverture. <i>Illustrer et caractériser qualitativement le phénomène de diffraction dans des situations variées.</i> <i>Exploiter la relation donnant l'angle caractéristique de diffraction dans le cas d'une onde lumineuse diffractée par une fente rectangulaire en utilisant éventuellement un logiciel de traitement d'image.</i>
Interférences de deux ondes, conditions d'observation. Interférences constructives, Interférences destructives.	Caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes et en citer des conséquences concrètes. Établir les conditions d'interférences constructives et destructives de deux ondes issues de deux sources ponctuelles en phase dans le cas d'un milieu de propagation homogène. <i>Exploiter l'expression donnée de l'interfrange dans le cas des interférences de deux ondes lumineuses, en utilisant éventuellement un logiciel de traitement d'image.</i>



## Sources

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

<https://www.education.gouv.fr/bo/20/Special2/MENE2001801N.htm>

Sur l'adaptation du périmètre d'évaluation de l'épreuve de l'enseignement de sciences physiques, complément des sciences de l'ingénieur de terminale générale à compter de la session 2023 :

<https://www.education.gouv.fr/bo/22/Hebdo36/MENE2227884N.htm>

Programme de la classe de terminale :

[https://cache.media.education.gouv.fr/file/SPE8\\_MENJ\\_25\\_7\\_2019/03/6/spe269\\_annexe\\_1159036.pdf](https://cache.media.education.gouv.fr/file/SPE8_MENJ_25_7_2019/03/6/spe269_annexe_1159036.pdf)

Consignes sur la calculatrice et son usage :

[https://www.education.gouv.fr/bo/15/Hebdo42/MENS1523092C.htm?cid\\_bo=94844](https://www.education.gouv.fr/bo/15/Hebdo42/MENS1523092C.htm?cid_bo=94844)