

2026

Lehrplan / Programme

DFG / LFA

Physik / Physique

Vertiefungsfach /
Enseignement de spécialité

Klassenstufen 11 und 12 /
Classes de 1ère, Terminale

Table des matières

1. Idées directrices	3
1.1. Finalités éducatives	3
1.2. Objectifs	3
1.3. Enjeux méthodologiques	4
1.4. Évaluation	5
2. Contenus thématiques	5
2.1. Mesures et incertitudes (thématique transversale)	6
2.2. Interactions, champs et mouvement – Les quatre interactions fondamentales	6
2.3. Interactions, champs et mouvement – Mouvement d'un système	7
2.4. Interactions, champs et mouvement – Interaction gravitationnelle : champs de gravitation et de pesanteur	7
2.5. Interactions, champs et mouvement – Interaction électromagnétique : champ électrique	8
2.6. Interactions, champs et mouvement – Interaction électromagnétique : champ magnétique	9
2.7. Interactions, champs et mouvement – Interaction électromagnétique : champ électromagnétique et induction	10
2.8. L'énergie : conversions et transferts – Thermodynamique	11
2.9. Signaux, oscillations, ondes – Signaux électriques dans l'ARQS	12
2.10. Signaux, oscillations, ondes – Oscillateurs libres et forcés	13
2.11. Signaux, oscillations, ondes – Introduction aux ondes mécaniques	14
2.12. Signaux, oscillations, ondes – Phénomènes ondulatoires mécaniques	14
2.13. Signaux, oscillations, ondes – Introduction aux ondes électromagnétiques	15
2.14. Signaux, oscillations, ondes – Optique géométrique	16
2.15. Signaux, oscillations, ondes – Phénomènes ondulatoires électromagnétiques et optique physique	17
2.16. Physique quantique – Objets quantiques	18
2.17. Physique quantique – Quantification des niveaux d'énergie	19
2.18. Physique quantique – Compléments	20
2.19. Physique nucléaire – Transformations nucléaires	20
3. Verbes consignes	22

1. Idées directrices

1.1. Finalités éducatives

La physique propose une analyse rationnelle de la nature et de ses changements qui vise à comprendre le monde réel en s'appuyant sur des principes à portée universelle validés par l'observation, l'expérimentation et la mesure.

Cette science a un lien historique fort avec les mathématiques qu'elle mobilise fréquemment dans le cadre d'une représentation modélisée de la réalité.

Les enseignements de physique visent à renforcer la connaissance et la compréhension des principes qui régissent ces modèles. Ils développent également des compétences expérimentales permettant d'ancrer ces modélisations au monde réel et de les valider.

La physique est au cœur de nombreuses innovations technologiques, qui transforment continuellement la société dans laquelle nous vivons : ces applications fournissent à l'enseignant de nombreux contextes d'application des notions enseignées.

Dans le cadre des lycées franco-allemands, l'enseignement de la physique conjugue de manière équilibrée plusieurs finalités :

- présenter aux élèves les concepts centraux dans un vaste domaine contextuel, pour décrire et analyser les phénomènes naturels ainsi que les systèmes technologiques ;
- motiver et préparer les élèves à une poursuite d'études dans les domaines scientifiques faisant intervenir la physique en introduisant des méthodes et des objets d'étude qui seront mobilisés dans la suite de leur cursus ;
- former les élèves à la démarche scientifique, ses forces et ses limites, les initier à ce mode collectif de construction des savoirs et leur donner des outils de validation des connaissances et des informations ;
- apprendre aux élèves quelques repères historiques de l'évolution des idées en physique dans lesquels les scientifiques français et allemands ont joué un rôle essentiel.

La démarche scientifique ne connaît pas de frontière ; elle a pour vocation de construire un savoir à portée universelle dont l'internationalisme trouve toute sa place dans un établissement binational.

1.2. Objectifs

Les enseignements de physique développent un ensemble de compétences qui sont mobilisées dans toute démarche scientifique. Ces compétences, précisées dans le tableau suivant, structurent la formation et l'évaluation des élèves. Quelques exemples de capacités associées précisent les contours de chaque compétence, l'ensemble n'ayant pas vocation à constituer un cadre rigide.

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
S'approprier	Énoncer une problématique. Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée. Représenter la situation par un schéma.
Analyser/ Raisonner	Formuler une hypothèse. Proposer une stratégie de résolution pour répondre à la problématique. Planifier des tâches. Choisir un modèle ou des lois pertinentes. Choisir, élaborer, justifier un protocole.

Réaliser	Mettre en œuvre les étapes d'une démarche. Utiliser un modèle. Faire des prévisions avec un modèle. Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, évaluation d'ordres de grandeur, analogies, etc.) Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.
Valider	Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance. Identifier des sources d'incertitude, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence. Confronter un modèle à des résultats expérimentaux. Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du 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.

Les enseignements de physique développent par ailleurs des compétences transversales de nature variée.

Au-delà des contenus thématiques précisés ci-après, ces enseignements visent à développer l'esprit critique des élèves en s'appuyant sur l'exemple de la méthode de validation des savoirs mobilisée dans la démarche scientifique au travers de la compétence « Valider ».

Ils ont aussi pour but de rendre plus précise leur compréhension des enjeux contemporains liés aux transitions énergétique et climatique, de façon à éclairer par des arguments rationnels les choix démocratiques qu'ils sont et seront amenés à faire.

La dimension collective de la construction scientifique des connaissances de physique est un exemple sur lequel les enseignants doivent s'appuyer pour contribuer au développement des compétences de travail en équipe. Les activités expérimentales réalisées en classe, souvent en binôme, y participent notablement.

Les compétences numériques sont très présentes dans les enseignements de physique, comme elles le sont dans la pratique quotidienne des physiciens professionnels. Chaque domaine d'étude fournit également aux professeurs de multiples exemples pour contextualiser leurs enseignements sur des exemples technologiques de la vie quotidienne.

1.3. Enjeux méthodologiques

Les approches didactiques mises en œuvre dans les programmes de physique en Allemagne et en France diffèrent sur de nombreux plans (place de la modélisation, de l'argumentation collective, des activités expérimentales, etc.). L'enseignant de physique en lycée franco-allemand doit être conscient de ces différences et exploiter les avantages de chacune des approches, en les adaptant à son public. Il est très formateur de présenter aux élèves les démarches mises en œuvre dans le pays partenaire pour aborder telle ou telle notion : cette multiplicité de points de vue enrichit, chez les élèves, la compréhension des phénomènes et des lois physiques.

C'est dans cet esprit que ce programme est conçu : si certaines thématiques sont présentées selon une approche qui semblera familière aux enseignants français, d'autres seront plus conformes aux habitudes de leurs collègues allemands. Tous ont à gagner des pas de côté qu'ils seront amenés à faire, dans le sens d'une meilleure appréhension des pratiques de l'autre pays.

La dimension linguistique est fondamentale pour construire cette culture commune. Il est essentiel que les enseignants des deux pays apprennent à leurs élèves, dans les deux langues, les éléments de vocabulaire scientifique essentiels mobilisés dans chaque thématique. Cette formation doit être enrichie par des activités documentaires s'appuyant sur des textes scientifiques rédigés dans l'autre langue.

1.4. Évaluation

L'évaluation en physique doit s'appuyer sur une variété de situations qui reflètent la diversité des approches mobilisées dans cette discipline : devoirs sur table, interrogations de cours, quiz, activités expérimentales, comptes rendus oraux en travaux pratiques, analyses documentaires, débats scientifiques, etc. Elle peut être individuelle ou collective (avec réalisation d'une évaluation individuelle). Elle constitue avant tout un élément fondamental d'amélioration des apprentissages. Sa dimension formative est primordiale, même dans les situations sommatives.

Ainsi, les évaluations, dont les attendus sont clairement explicités, doivent donner lieu à des retours rapides et détaillés des professeurs à leurs élèves. L'évaluation déportée (évaluation partielle ou totale par les pairs) est également conseillée. Des activités de remédiation différenciées peuvent être mises en place si nécessaire.

2. Contenus thématiques

Pour chaque enseignement, les tableaux qui suivent indiquent thème par thème l'ensemble des connaissances et des capacités dont l'assimilation est requise par les élèves. Aux « notions et contenus » placés en première colonne des tableaux correspondent une ou plusieurs « capacités exigibles » placées en seconde colonne. Les capacités exigibles privilégiant une approche expérimentale sont écrites en italique et portent la mention [CE] ; celles privilégiant une approche numérique sont également écrites en italique et portent la mention [CN]. Le langage de programmation conseillé est le langage Python.

L'ensemble des thèmes abordés permet des contextualisations variées issues du quotidien, au premier rang desquels figurent l'analyse des causes et des conséquences de la transition climatique et énergétique. L'histoire de la physique doit être mobilisée pour éclairer les notions présentées. La dimension épistémique de la démarche scientifique (construction collective du savoir scientifique, fonctionnement de la communauté scientifique, forces et limites de la démarche scientifique, etc.) doit être présente dans les enseignements, à un niveau et avec un volume adaptés.

Le professeur est libre d'aborder sur le cycle terminal (classes de première et de terminale) les thèmes, les connaissances et les capacités dans l'ordre de son choix, à ceci près qu'il convient de traiter en priorité, dès la classe de première, les thèmes suivants :

- Mesures et incertitudes, en dehors des éléments relatifs aux incertitudes-types composées qui peuvent n'être abordés qu'en classe de terminale.
- Interactions, champs et mouvement :
 - les quatre interactions fondamentales ;
 - mouvement d'un système ;
 - interaction gravitationnelle : champs de gravitation et de pesanteur ;
 - interaction électromagnétique : champ électrique.
- Signaux, oscillations, ondes – Signaux électriques dans l'ARQS.

Les deux thèmes suivants ne font pas partie du programme des épreuves terminales du baccalauréat franco-allemand :

- Signaux, oscillations, ondes – Optique géométrique.
- Physique quantique – Compléments.

Des capacités exigibles sont communes à l'ensemble des thèmes ou à plusieurs d'entre eux. Elles ne sont pas systématiquement rappelées :

- respecter les règles de sécurité liées au travail en laboratoire ;
- analyser, contrôler et si possible minimiser les incertitudes de mesure ;
- mettre en œuvre un dispositif d'acquisition et de traitement de données : microcontrôleur, interface d'acquisition, tableur, langage de programmation.

2.1. Mesures et incertitudes (thématique transversale)

La présentation de cette thématique met l'accent sur la visualisation et l'exploitation des incertitudes plus que sur leur traitement mathématisé. Des outils numériques dont le langage Python seront utilisés à cette fin.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.	Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : histogramme, moyenne et écart-type. Discuter des causes de la variabilité d'une mesure et de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole. Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes. Représenter l'histogramme associé à une série de mesures à l'aide d'un tableur ou d'un langage de programmation [CN].
Incertitude-type.	Définir qualitativement une incertitude-type. Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une approche statistique (évaluation de type A). Expliquer l'intérêt de réaliser un grand nombre de mesures pour diminuer l'incertitude-type sur la valeur moyenne. Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une autre approche que statistique à l'aide d'une formule fournie (évaluation de type B).
Incertitudes-types composées.	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 sont connues. Simuler, à l'aide d'un tableur ou d'un langage de programmation, un processus aléatoire permettant de caractériser la variabilité de la valeur d'une grandeur composée [CN].
Écriture du résultat d'une mesure.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure.
Comparaison de deux valeurs ; écart normalisé.	Comparer deux valeurs dont les incertitudes-types sont connues à l'aide de leur écart normalisé. Analyser les causes d'une éventuelle incompatibilité entre le résultat d'une mesure et le résultat attendu par une modélisation.
Régression linéaire.	Réaliser une régression linéaire afin d'obtenir les valeurs des paramètres d'un modèle [CN].

2.2. Interactions, champs et mouvement – Les quatre interactions fondamentales

Notions et contenus	Capacités exigibles
Interactions gravitationnelle, électromagnétique, forte et faible. Portées.	Caractériser les quatre interactions fondamentales en termes de portée. Discuter les ordres de grandeur relatifs d'interactions fondamentales dans un contexte donné. Associer à chaque interaction fondamentale une ou plusieurs situations physiques où son rôle est déterminant. Citer des enjeux de la recherche sur les interactions fondamentales.

2.3. Interactions, champs et mouvement – Mouvement d'un système

Notions et contenus	Capacités exigibles
Description d'un mouvement. Vecteurs position, vitesse et accélération d'un point.	Définir le vecteur vitesse comme la dérivée du vecteur position par rapport au temps et le vecteur accélération comme la dérivée du vecteur vitesse par rapport au temps. Établir les coordonnées cartésiennes des vecteurs vitesse et accélération à partir des coordonnées cartésiennes du vecteur position et/ou du vecteur vitesse.
Mouvements rectiligne uniforme et rectiligne uniformément accéléré. Mouvements circulaire et circulaire uniforme. Coordonnées des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet pour un mouvement circulaire (composantes normale et tangentielle).	Caractériser un mouvement en utilisant le vocabulaire et les grandeurs cinématiques associées (vitesse moyenne, vitesse instantanée, accélération, accélération centripète, vitesse angulaire, période, fréquence, pulsation). Citer et exploiter les expressions des coordonnées des vecteurs vitesse et accélération dans le repère de Frenet dans le cas d'un mouvement circulaire. 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 [CE].
Relation fondamentale de la dynamique (deuxième loi de Newton).	Énoncer et exploiter la relation fondamentale de la dynamique pour : – déterminer l'accélération du point matériel modélisant un système, les forces appliquées étant connues ; – déterminer la somme des forces appliquées au système, l'accélération du point matériel le modélisant étant connue. Discuter qualitativement du mouvement d'un point matériel soumis à une force, en raisonnant de façon itérative. Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'étudier une loi de force [CE].
Quantité de mouvement.	Citer et exploiter l'expression de la quantité de mouvement d'un système modélisé par un ou plusieurs points matériels.
Conservation de la quantité de mouvement pour un système fermé isolé ou pseudo-isolé. Application aux collisions.	Identifier et justifier des situations de conservation et de non conservation de la quantité de mouvement. Exploiter la loi de conservation de la quantité de mouvement pour un système fermé isolé ou pseudo-isolé dans des cas à une dimension (par exemple pour une collision).
Bilan énergétique d'un phénomène mécanique. Travail d'une force. Théorèmes de l'énergie cinétique et de l'énergie mécanique.	Citer et exploiter l'expression du travail d'une force constante. Énoncer et exploiter les théorèmes de l'énergie cinétique et de l'énergie mécanique.

2.4. Interactions, champs et mouvement – Interaction gravitationnelle : champs de gravitation et de pesanteur

Notions et contenus	Capacités exigibles
Force de gravitation. Champ de gravitation.	Citer et exploiter les expressions vectorielles de la force de gravitation et du champ de gravitation.
Modèle du champ de pesanteur uniforme au voisinage de la surface	Approcher le champ de pesanteur par le champ de gravitation au voisinage de la surface d'une planète.

d'une planète. Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme.	Établir que le mouvement dans un champ uniforme est plan. Étudier le mouvement d'un système modélisé par un point matériel dans un champ de pesanteur uniforme (approches dynamique et énergétique de la chute libre). Déterminer la valeur de l'accélération de la pesanteur en un lieu [CE].
Mouvement dans un champ de gravitation. Corps célestes, satellites. orbite. Lois de Kepler.	Décrire les mouvements possibles du centre de masse d'un système dans un champ newtonien de gravitation. Déterminer les caractéristiques des vecteurs vitesse et accélération du centre de masse d'un système en mouvement circulaire dans un champ newtonien de gravitation. Établir et exploiter la troisième loi de Kepler dans le cas du mouvement circulaire. Discuter, à l'aide de documents, la controverse du passage de la conception géocentrique à la conception héliocentrique du système solaire.

2.5. Interactions, champs et mouvement – Interaction électromagnétique : champ électrique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Charge électrique. Loi de Coulomb.	Citer et exploiter la loi de Coulomb. Comparer la loi de Coulomb et la loi de la gravitation. Mettre en œuvre un dispositif permettant d'illustrer l'interaction électrostatique [CE].
Force de Lorentz électrique. Champ électrique. Superposition. Lignes de champ.	Citer et exploiter l'expression vectorielle de la force électrique. Interpréter des expériences mettant en jeu la partie électrique de l'interaction électromagnétique. Exploiter le principe de superposition des champs électriques. Représenter des lignes de champ associées à un champ électrostatique (radial, uniforme, dipolaire) en respectant les propriétés de symétrie. Exploiter une carte de lignes de champ associée à un champ électrostatique.
Potentiel électrostatique. Équipotentielle. Tension.	Citer et exploiter l'expression de l'intensité d'un champ électrostatique uniforme entre deux équipotentielles en fonction de la distance et de la tension entre celles-ci. Représenter des équipotentielles, les lignes de champ électrostatique étant données, et inversement.
Champ électrostatique dans un condensateur plan idéal.	Discuter de l'influence de la tension et de la distance entre armatures sur le champ électrostatique interne d'un condensateur plan.
Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme. Énergie potentielle	Étudier le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme (approches dynamique et énergétique non relativistes).

électrostatique.	Exploiter l'analogie entre le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme et le mouvement d'un point matériel dans le champ de pesanteur.
	Citer et exploiter l'expression de l'énergie potentielle d'une particule chargée dans un champ électrostatique, en fonction du potentiel électrostatique.
	Déterminer, à l'aide d'un bilan énergétique, le changement de valeur de la vitesse d'une particule chargée accélérée ou ralentie par une différence de potentiel.
Applications : canon à électrons ; accélérateur linéaire de particules chargées. Approximation non relativiste.	Expliquer le principe du canon à électrons et d'un accélérateur linéaire de particules chargées.
	Réaliser des conversions avec l'unité électronvolt.

2.6. Interactions, champs et mouvement – Interaction électromagnétique : champ magnétique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Champ magnétique. Sources (aimant, courant électrique).	Citer des ordres de grandeur de champs magnétiques (voisinage d'aimants, appareil d'IRM, champ magnétique terrestre à la surface de la Terre).
	Citer et exploiter l'expression du champ magnétique produit par une bobine longue parcourue par un courant, remplie éventuellement d'un matériau magnétique.
	Évaluer l'intensité d'un champ magnétique à partir d'expressions fournies.
	Citer le teslamètre comme appareil de mesure de champ magnétique.
	Mesurer un champ magnétique [CE].
Superposition de champs. Lignes de champ.	Exploiter le principe de superposition des champs magnétiques.
	Représenter des lignes de champ associées à un champ magnétostatique (uniforme, dipolaire ; aimant droit, spire circulaire, bobine longue) en respectant les propriétés de symétries.
	Exploiter une carte de lignes de champ associée à un champ magnétostatique.
	Cartographier un champ magnétostatique [CE].
Force de Lorentz magnétique. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme.	Citer et exploiter l'expression vectorielle de la force magnétique.
	Interpréter des expériences mettant en jeu la partie magnétique de l'interaction électromagnétique.
	Décrire l'effet d'un champ magnétostatique uniforme sur le mouvement d'une particule chargée (cas où la vitesse est orthogonale au champ magnétique uniquement).
	Déterminer le rayon et le sens de parcours de la trajectoire circulaire d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dont le vecteur vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétostatique.

Application : spectromètre de masse. Force de Laplace sur un conducteur rectiligne.	Décrire l'effet protecteur du champ magnétique terrestre contre les rayons cosmiques. Expliquer le principe de fonctionnement du spectromètre de masse. Citer et exploiter l'expression vectorielle de la force de Laplace sur un conducteur rectiligne placé dans un champ magnétostatique uniforme. Décrire l'effet d'un champ magnétostatique uniforme sur un dispositif simple parcouru par un courant électrique modélisé par un ou plusieurs conducteurs rectilignes (barre métallique, spire rectangulaire, etc.). Expliquer le principe de fonctionnement du moteur électrique à courant continu à l'aide d'un modèle simplifié et en citer des utilisations.
--	--

2.7. Interactions, champs et mouvement – Interaction électromagnétique : champ électromagnétique et induction

Notions et contenus	Capacités exigibles
Force de Lorentz.	Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à celui de la force de gravitation. Justifier qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber sa trajectoire sans modifier son énergie cinétique.
Mouvement d'une particule chargée dans des champs électrostatique et magnétostatique uniformes et orthogonaux. Filtre de vitesse de Wien.	Expliquer le principe du filtre de vitesse de Wien.
Induction électromagnétique. Tension induite. Courant induit. Loi de Lenz. Flux magnétique. Loi de Faraday.	Décrire, mettre en œuvre et interpréter des expériences illustrant les lois de Lenz et de Faraday [CE]. Énoncer la loi de Lenz et l'exploiter pour prédire et interpréter un phénomène d'induction. Déterminer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface plane orientée. Énoncer la loi de Faraday et l'exploiter en précisant les conventions d'algébrisation. Écrire et exploiter les équations électrique et mécanique pour un système simple de type rails de Laplace. Citer et décrire des applications de l'induction dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante.
Courants de Foucault.	Mettre en évidence les courants de Foucault [CE]. Citer et décrire des applications exploitant les courants de Foucault (systèmes de freinage, de chauffage, etc.).

2.8. L'énergie : conversions et transferts – Thermodynamique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Système thermodynamique. État d'équilibre thermodynamique. Variables d'état d'un corps pur : pression, température, volume. Équation d'état. Exemples du gaz parfait et d'une phase condensée indilatable et incompressible.	Définir un système fermé et caractériser son état thermodynamique avec les variables d'état adaptées. Déterminer une température à partir d'une condition d'équilibre thermique. Déterminer une pression à partir d'une condition d'équilibre mécanique. Relier qualitativement les valeurs des grandeurs macroscopiques mesurées aux propriétés du système à l'échelle microscopique. Citer et exploiter l'équation d'état du gaz parfait pour expliquer le comportement d'un gaz. Citer et exploiter la relation entre la force de pression exercée par un fluide sur une surface plane, la pression et la surface. Mesurer la pression et la température dans un système [CE].
Énergie interne d'un système. Aspects microscopiques. Capacité thermique à volume constant du gaz parfait. Capacité thermique d'une phase condensée indilatable et incompressible.	Expliquer la notion d'énergie interne d'un système et citer les différentes contributions microscopiques à cette grandeur. Citer et exploiter l'expression de la variation avec la température de l'énergie interne d'un gaz parfait ou d'une phase condensée indilatable et incompressible.
Premier principe de la thermodynamique. Transfert thermique, travail.	Énoncer le premier principe de la thermodynamique et l'exploiter pour un système assimilé à un gaz parfait ou à une phase condensée indilatable et incompressible pour déterminer un travail, un transfert thermique ou une variation d'énergie interne, deux de ces grandeurs étant connues. Prévoir le sens d'un transfert thermique. Déterminer le travail des forces de pression sur un système de volume variable dans le cas d'une pression extérieure constante. Mesurer la capacité thermique d'un matériau à l'aide d'un calorimètre [CE].
Modes de transfert thermique. Flux thermique. Résistance thermique.	Caractériser qualitativement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection, rayonnement. Citer la relation entre flux thermique, résistance thermique et écart de température et l'exploiter.
Bilan thermique du système Terre-atmosphère. Effet de serre.	Déterminer la température terrestre moyenne à l'aide d'un bilan d'énergie, la loi de Stefan-Boltzmann étant donnée. Discuter qualitativement de l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température terrestre moyenne.

2.9. Signaux, oscillations, ondes – Signaux électriques dans l'ARQS

Notions et contenus	Capacités exigibles
Circuits et signaux électriques. Approximation des régimes quasi-stationnaires (ARQS). Modèles de dipôles : résistance, condensateur, bobine, source linéaire de tension.	Citer et exploiter l'expression de l'intensité du courant électrique en termes de débit de charges. Citer et justifier la condition d'application de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence. Relier la loi des nœuds au postulat de conservation de la charge. Modéliser une source réelle par une source linéaire de tension (association en série d'une source idéale de tension et d'une résistance). Citer et exploiter les relations entre l'intensité et la tension pour les dipôles résistance, condensateur, bobine, source linéaire de tension. Déterminer la caractéristique d'une source réelle de tension et l'exploiter pour proposer une modélisation de source linéaire de tension [CE]. Définir la capacité d'un condensateur. Citer et exploiter l'expression de la capacité d'un condensateur plan, éventuellement rempli d'un matériau diélectrique. Citer des applications technologiques des condensateurs et des bobines. Expliquer le principe de fonctionnement de quelques capteurs : capacitif, inductif. Étudier le comportement capacitif ou inductif d'un dipôle [CE]. Utiliser les fonctionnalités usuelles d'un oscilloscope [CE].
Circuits linéaires du premier ordre. Régime libre. Réponse à un échelon.	Distinguer sur un relevé expérimental les régimes transitoire et permanent au cours de l'évolution d'un système du premier ordre soumis à un échelon. Exploiter la continuité de la tension aux bornes d'un condensateur ou de l'intensité du courant traversant une bobine. Établir l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par une grandeur électrique dans un circuit linéaire du premier ordre à une maille. Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants avec un second membre constant dans le cadre de l'exploitation d'un modèle physique. Déterminer la réponse temporelle dans le cas d'un régime libre ou d'un échelon de tension ou de courant pour un circuit linéaire du premier ordre. Représenter et exploiter la courbe d'évolution d'une intensité ou d'une tension pour un circuit linéaire du premier ordre. Discuter le rôle des divers paramètres lors de la charge et de la décharge d'un condensateur et lors de l'établissement et de l'arrêt du passage du courant dans une bobine.

Stockage et dissipation d'énergie.	Réaliser et exploiter l'acquisition d'un régime transitoire pour un circuit linéaire du premier ordre [CE]. Mettre en œuvre la méthode d'Euler à l'aide d'un langage de programmation pour résoudre une équation différentielle du premier ordre dans le cadre de l'étude de la charge et de la décharge d'un condensateur [CN]. Citer et exploiter l'expression de l'énergie électrique d'un condensateur à l'aide de sa capacité et l'expression de l'énergie magnétique d'une bobine à l'aide de son inductance. Réaliser et interpréter un bilan d'énergie dans un circuit linéaire du premier ordre.
------------------------------------	---

2.10. Signaux, oscillations, ondes – Oscillateurs libres et forcés

Notions et contenus	Capacités exigibles
Oscillateur harmonique. Exemples du circuit LC et de l'oscillateur mécanique en régime libre.	Établir et reconnaître l'équation différentielle qui caractérise un oscillateur harmonique (oscillateur LC, oscillateur horizontal à ressort, pendule aux petites oscillations). Caractériser les oscillations en utilisant les notions d'amplitude, de phase, de période, de fréquence, de pulsation. Modéliser mathématiquement une oscillation harmonique et exploiter sa représentation graphique. Citer et exploiter l'expression de la fréquence ou de la période des oscillations pour le circuit LC, l'oscillateur à ressort et le pendule aux petites oscillations. Réaliser et interpréter un bilan énergétique pour un oscillateur harmonique (oscillateur LC, oscillateur horizontal à ressort). Identifier les grandeurs physiques analogues caractérisant les oscillateurs électriques et mécaniques. Réaliser et exploiter l'acquisition du régime libre d'un oscillateur [CE].
Oscillateur amorti : circuit RLC série et oscillateur mécanique amorti par frottement visqueux.	Décrire et interpréter qualitativement l'évolution d'un oscillateur amorti en termes énergétiques. Reconnaître les régimes pseudo-périodique et apériodique. Expliciter les analogies entre le circuit RLC série et l'oscillateur mécanique amorti par frottement visqueux. Discuter l'influence des paramètres sur l'évolution d'un oscillateur amorti, simulée à l'aide d'un langage de programmation [CN].
Oscillateur forcé par une excitation sinusoïdale. Résonance. Fréquence propre et fréquence de résonance.	Décrire le principe de forçage d'un oscillateur et le phénomène de résonance. Citer des situations où le phénomène de résonance est souhaité et d'autres où il est à éviter. Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à caractériser la réponse d'un système en amplitude et en phase à une excitation sinusoïdale et à mettre en évidence le phénomène de résonance [CE].

2.11. Signaux, oscillations, ondes – Introduction aux ondes mécaniques

Notions et contenus	Capacités exigibles
Onde mécanique. Onde transversale, onde longitudinale. Onde progressive. Grandeurs physiques associées. Célérité. Retard temporel. Front d'onde. Polarisation.	Décrire la propagation d'une onde mécanique dans l'espace et au cours du temps en termes de couplage de perturbations locales et de transport global d'énergie, dans divers cas : onde le long d'un ressort (1D), onde à la surface de l'eau (2D), ondes sonores et ondes sismiques (3D), etc. Distinguer onde transversale et onde longitudinale ; onde plane et onde sphérique. Produire une perturbation et visualiser sa propagation dans des situations variées (onde le long d'une corde ou d'un ressort, onde à la surface de l'eau, etc.) [CE]. Citer et exploiter la relation entre la durée de propagation, la distance parcourue par une perturbation et la célérité, notamment pour localiser une source d'onde. Déterminer la célérité d'une onde mécanique ou une distance avec une telle onde et illustrer l'influence du milieu sur la célérité d'une onde mécanique [CE]. Expliquer la notion d'état de polarisation d'une onde mécanique transversale, par exemple dans le cas d'une onde le long d'une corde. Décrire l'état de polarisation rectiligne d'une onde transversale. Distinguer périodicité spatiale et périodicité temporelle. Citer, interpréter et exploiter l'expression du signal associé à une onde progressive sinusoïdale unidirectionnelle. Justifier et exploiter la relation entre célérité, période et longueur d'onde. Déterminer les caractéristiques d'une onde mécanique périodique à partir des représentations spatiales ou temporelles associées. Relier le déphasage entre les signaux perçus en deux points distincts au retard dû à la propagation. Caractériser la propagation d'un phénomène ondulatoire (période, longueur d'onde, célérité, déphasage) [CE]. Simuler à l'aide d'un langage de programmation la propagation d'une onde périodique et discuter l'influence de ses caractéristiques (amplitude, période) sur les représentations réalisées [CN].
Onde mécanique progressive sinusoïdale. Grandeurs physiques associées. Période. Longueur d'onde. Phase.	

2.12. Signaux, oscillations, ondes – Phénomènes ondulatoires mécaniques

Notions et contenus	Capacités exigibles
Interférences de deux ondes mécaniques. Conditions d'observation. Différence de marche. Interférences constructives et destructives.	Expliquer et caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes mécaniques. Citer les conditions d'observation du phénomène d'interférences. Relier le déphasage en un point entre deux ondes sinusoïdales à la différence de marche.

Ondes stationnaires. Modes propres.	Citer, justifier et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives entre deux ondes sinusoïdales en termes de déphasage ou de différence de marche. Établir et exploiter l'expression d'une différence de marche entre deux ondes sinusoïdales en un point dans des cas simples. Décrire des applications techniques du phénomène d'interférences entre des ondes mécaniques. Réaliser une mesure, par exemple de longueur d'onde, à partir d'une situation interférentielle [CE]. Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, la somme de deux signaux sinusoïdaux et discuter le tracé selon le choix de leurs caractéristiques (périodes, amplitudes, phases) [CN]. Caractériser une onde stationnaire par l'existence de nœuds et de ventres. Citer et exploiter la distance, pour une onde stationnaire, entre deux nœuds voisins, entre deux ventres voisins ou entre un nœud et un ventre voisins. Déterminer la longueur d'onde associée à une onde stationnaire [CE]. Interpréter une onde stationnaire par l'interférence de deux ondes progressives sinusoïdales. Établir et exploiter l'expression des fréquences des modes propres pour une corde connaissant la célérité des ondes progressives et la longueur de la corde. Étudier par stroboscopie une onde stationnaire sur une corde de Melde [CE]. Déterminer la célérité d'une onde progressive monochromatique en exploitant une mesure sur une onde stationnaire [CE]. Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, un signal associé à une onde stationnaire, pour divers modes propres [CN].
-------------------------------------	--

2.13. Signaux, oscillations, ondes – Introduction aux ondes électromagnétiques

Notions et contenus	Capacités exigibles
Ondes électromagnétiques. Intensité. Détection. Spectre.	Décrire une onde électromagnétique à partir du couplage des variations locales des champs électrique et magnétique. Citer une valeur approchée de la célérité de la lumière dans le vide. Associer à une onde électromagnétique une intensité caractérisant sa puissance surfacique moyenne. Citer des récepteurs d'ondes électromagnétiques et comparer leur temps de réponse aux temps caractéristiques de ces ondes. Exploiter une échelle de fréquences ou de longueurs d'onde pour identifier un domaine spectral électromagnétique.

Polarisation des ondes électromagnétiques. Polarisation rectiligne.	Citer l'ordre de grandeur des fréquences ou des longueurs d'onde des ondes électromagnétiques utilisées dans divers domaines d'application (imagerie médicale, optique visible, signaux wifi, micro-ondes, etc.). Relier la longueur d'onde dans le vide et la couleur. Expliquer la notion d'état de polarisation d'une onde électromagnétique transversale. Décrire des applications techniques et des situations de la nature où intervient la polarisation de la lumière. Reconnaître un état de polarisation rectiligne [CE].
---	---

2.14. Signaux, oscillations, ondes – Optique géométrique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Modèle de l'optique géométrique. Rayon lumineux. Indice optique. Réflexion, réfraction.	Définir le modèle de l'optique géométrique et en indiquer les limites. Énoncer et exploiter les lois de la réflexion et de la réfraction. Établir et exploiter la condition de réflexion totale. Déterminer l'indice optique d'un milieu [CE].
Fibre optique.	Expliquer le principe du guidage de la lumière dans une fibre optique à partir des lois de l'optique géométrique. Simuler, à l'aide d'un langage de programmation, la propagation d'un rayon lumineux dans une fibre optique à gradient d'indice [CN].
Lentilles minces. Image réelle, image virtuelle. Image droite, image renversée. Conditions de l'approximation de Gauss. Relation de conjugaison. Grandissement.	Énoncer les conditions de l'approximation de Gauss et décrire ses conséquences. Définir les propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale et de la vergence d'une lentille mince convergente. Construire l'image d'un objet réel situé à distance finie ou « infinie » par une lentille mince convergente et identifier sa nature réelle ou virtuelle. Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel. Établir et exploiter la condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille mince convergente. Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente. Déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente [CE]. Réaliser une mesure optique en exploitant la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente [CE]. Réaliser une mise au point à l'aide d'une lentille convergente [CE].
Grossissement. Lunette astronomique.	Distinguer grandissement et grossissement. Représenter le schéma d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles minces convergentes en identifiant l'objectif et l'oculaire.

	Représenter le faisceau émergent issu d'un point objet situé « à l'infini » et traversant une lunette afocale. Établir l'expression du grossissement d'une lunette afocale. Exploiter les données caractéristiques d'une lunette commerciale. Réaliser une maquette de lunette astronomique, déterminer son grossissement et vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant [CE].
--	--

2.15. Signaux, oscillations, ondes – Phénomènes ondulatoires électromagnétiques et optique physique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Modèle scalaire des ondes lumineuses. Chemin optique. Déphasage dû à la propagation. Surfaces d'onde. Principe de Huygens. Théorème de Malus. Intensité lumineuse.	Décrire la lumière de manière analogue à des ondes mécaniques par le modèle scalaire des ondes lumineuses. Représenter les rayons associés aux fronts d'onde d'une onde et réciproquement. Établir l'expression du retard de phase en un point en fonction de la durée de propagation ou du chemin optique pour une onde scalaire monochromatique. Illustrer par un schéma la modification des fronts d'onde d'une onde lumineuse par une lentille mince convergente. Relier l'intensité d'une onde électromagnétique au signal du modèle scalaire des ondes lumineuses (proportionnalité à la moyenne du carré du signal).
Diffraction des ondes électromagnétiques. Angle caractéristique de diffraction.	Expliquer le phénomène de diffraction d'une onde électromagnétique à l'aide du modèle de l'onde scalaire et du principe de Huygens. Citer et exploiter la relation exprimant l'angle caractéristique de diffraction d'une onde électromagnétique monochromatique par une ouverture en fonction de la longueur d'onde de l'onde et de la taille de l'ouverture. Représenter et expliquer qualitativement l'allure de la figure de diffraction obtenue avec une fente rectangulaire ou un trou circulaire pour une onde lumineuse monochromatique. Expliquer la dispersion des composantes spectrales de la lumière lors de sa diffraction par une fente. Décrire des applications techniques et des situations de la nature où intervient le phénomène de diffraction des ondes électromagnétiques. Illustrer et caractériser le phénomène de diffraction d'une onde lumineuse [CE].
Interférences de deux ondes électromagnétiques. Conditions d'observation. Différence de marche. Interférences constructives et	Expliquer et caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes électromagnétiques à l'aide du modèle de l'onde scalaire. Expliquer les conditions de cohérence pour observer un phénomène d'interférences entre deux ondes électromagnétiques.

destructives. Formule de Fresnel.	Établir et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives de deux ondes scalaires issues de deux sources ponctuelles en phase dans le cas d'un milieu de propagation homogène. Prévoir les lieux d'interférences constructives et les lieux d'interférences destructives dans le cas du dispositif de Young, l'expression linéarisée de la différence de marche étant donnée. Relier le déphasage en un point entre deux ondes monochromatiques cohérentes à la différence de marche. Établir et exploiter l'expression d'une différence de marche entre deux ondes monochromatiques cohérentes en un point dans des cas simples. Établir et exploiter l'expression de l'interfrange à partir de celle de la différence de marche. Exploiter la formule de Fresnel fournie pour expliquer la répartition d'intensité pour un phénomène d'interférences entre deux ondes lumineuses d'intensités égales. Décrire la structure et le principe des dispositifs interférentiels des trous et des fentes de Young. Décrire des applications techniques et des situations de la nature où intervient le phénomène d'interférences entre des ondes électromagnétiques. Illustrer et caractériser le phénomène d'interférences entre des ondes lumineuses [CE]. Réaliser une mesure à partir d'une situation interférentielle [CE]. Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, le profil d'intensité résultant de la superposition de deux signaux sinusoïdaux périodiques synchrones et discuter le tracé selon le choix de leurs caractéristiques (amplitudes, phases) [CN].
-----------------------------------	---

2.16. Physique quantique – Objets quantiques

Notions et contenus	Capacités exigibles
Modèle corpusculaire de la lumière. Hypothèse des quanta d'Einstein. Effet photoélectrique. Analyse de coïncidences de photodétections. Relations de Planck-Einstein d'énergie et de quantité de mouvement du photon.	Décrire l'effet photoélectrique et interpréter l'expérience de Hallwachs (contradiction avec le modèle ondulatoire, potentiel d'arrêt, travail d'extraction, fréquence seuil, détermination de la constante de Planck). Interpréter des observations expérimentales à l'aide de l'hypothèse des quanta. Décrire une expérience qui exploite l'analyse de coïncidences de photodétections et permet de tester l'interprétation corpusculaire de la lumière. Citer et exploiter les relations de Planck-Einstein. Citer des applications qui utilisent l'effet photoélectrique et l'effet photoélectrique inverse.

Modèle ondulatoire de la matière. Relation de de Broglie. Critère de détection des ondes de matière. Diffraction et interférences d'ondes de matière.	Vérifier la cohérence de l'hypothèse des quanta à l'aide d'une expérience mettant en jeu l'effet photoélectrique ou l'effet photoélectrique inverse [CE]. Décrire et interpréter une expérience d'interférences ou de diffraction mettant en évidence le comportement ondulatoire de la matière. Citer et exploiter la relation de de Broglie. Discuter, à partir de l'évaluation de la longueur d'onde de de Broglie, de la pertinence de l'utilisation du modèle ondulatoire de la matière pour étudier un phénomène donné. Citer des applications dont le principe peut être expliqué à partir du modèle des ondes de matière.
Dualité onde-corpuscule. Principe de complémentarité. Objet quantique. Interprétation probabiliste.	Expliquer la notion de dualité onde-corpuscule pour la lumière et pour la matière. Distinguer, pour la lumière et la matière, les modèles ondulatoire, corpusculaire et quantique en relation avec le principe de complémentarité. Décrire des expériences réalisées à partir de sources à objets quantiques uniques (photons, électrons, etc.) avec des interféromètres, par exemple de type Young, et interpréter les observations compte tenu du principe de complémentarité et de l'interprétation probabiliste de Born.

2.17. Physique quantique – Quantification des niveaux d'énergie

Notions et contenus	Capacités exigibles
Spectres atomiques. Niveaux d'énergie, absorption, émission.	Représenter et exploiter un diagramme de niveaux d'énergie en utilisant le vocabulaire adapté (état fondamental, état excité, transition, etc.). Décrire les processus d'absorption et d'émission d'un photon à partir d'un diagramme de niveaux d'énergie. Expliquer comment les spectres peuvent être utilisés pour déterminer des informations de composition chimique. Obtenir le spectre d'une source spectrale et l'interpréter à partir du diagramme de niveaux d'énergie des entités qui la constituent [CE].
Modèles atomiques de Rutherford et de Bohr. Limites.	Justifier l'hypothèse de quantification de Bohr à partir d'un modèle d'ondes de matière relatives à des orbites électroniques circulaires stables. Exploiter l'hypothèse de quantification de Bohr fournie pour obtenir l'expression des énergies possibles de l'électron de l'atome d'hydrogène. Citer et exploiter la formule permettant de connaître, en électronvolts, la valeur de l'énergie du n-ième niveau d'énergie de l'électron dans l'atome d'hydrogène. Discuter des forces et des limites des modèles atomiques de Rutherford et de Bohr.

2.18. Physique quantique – Compléments

Notions et contenus	Capacités exigibles
Fonction d'onde. Superposition d'états. Relation d'indétermination de Heisenberg spatiale. Mesure.	Proposer une interprétation probabiliste à partir d'informations sur la fonction d'onde (expression, représentation graphique, etc.). Exploiter une analogie avec une situation ondulatoire classique pour construire une interprétation pour un phénomène quantique. Expliquer un phénomène d'interférences quantiques à partir de la superposition de deux fonctions d'onde. Expliquer qualitativement la notion d'indétermination et la distinguer de l'incertitude de mesure expérimentale. Énoncer et exploiter la relation d'indétermination de Heisenberg spatiale. Discuter des aspects fondamentaux de la physique quantique (réalisme, localité, causalité, déterminisme) à partir d'une ressource fournie (expériences d'Aspect, simulations, etc.). Illustrer, à l'aide d'une expérience d'optique avec des polariseurs, les notions d'état, de superposition d'états et de mesure de la physique quantique [CE].
Modèle du puits de potentiel unidimensionnel rectangulaire de profondeur infinie. Quantification de l'énergie par confinement.	Exploiter la relation d'indétermination de Heisenberg spatiale pour mettre en évidence l'existence d'une énergie minimale de confinement. Déterminer, pour le modèle du puits de potentiel rectangulaire unidimensionnel de profondeur infinie, les énergies et les profils des états stationnaires en admettant l'analogie avec les modes propres d'une corde vibrante. Établir le lien qualitatif entre confinement spatial et quantification. Comparer les résultats obtenus par le modèle du puits de potentiel unidimensionnel rectangulaire de profondeur infinie avec d'autres résultats issus d'une expérience ou d'un autre modèle (classique ou quantique).
Modèle atomique quantique. Orbitales. Nombres quantiques. Principe de Pauli.	Interpréter des représentations fournies relatives à des orbitales atomiques. Expliquer qualitativement la signification physique des nombres quantiques n, l, m, m_s. Énoncer le principe de Pauli et l'exploiter pour étudier des systèmes polyélectroniques.

2.19. Physique nucléaire – Transformations nucléaires

Notions et contenus	Capacités exigibles
Noyau atomique. Isotopes. Symbole A_ZX .	Caractériser le noyau atomique (composition, dimension, masse). Exploiter l'unité de masse atomique. Expliquer et exploiter l'écriture symbolique A_ZX.
Stabilité et instabilité des noyaux. Désintégrations α , β et γ .	Déterminer, à partir d'une carte des nucléides, les isotopes radioactifs d'un élément.

Transformation nucléaire. Équation d'une réaction nucléaire. Fission, fusion.	Expliquer la stabilité du noyau à partir de la compétition entre l'interaction électromagnétique et l'interaction forte. Écrire l'équation symbolique d'une réaction nucléaire. Expliquer qualitativement l'origine de l'introduction du neutrino dans l'écriture d'équations de réaction. Décrire les désintégrations radioactives, avec le rayonnement associé, en indiquant leur caractère spontané et aléatoire. Identifier le type d'une désintégration radioactive. Commenter une série de désintégrations fournie à l'aide d'une carte des nucléides. Décrire les processus de fission nucléaire et de fusion nucléaire. Citer des situations où interviennent les processus de fission nucléaire et de fusion nucléaire.
Détection de la radioactivité. Loi de décroissance radioactive. Temps de demi-vie. Activité.	Expliquer le principe de détection et de mesure de la radioactivité et citer quelques détecteurs. Établir l'expression de l'évolution temporelle de la population de noyaux radioactifs. Expliquer les termes temps de demi-vie, taux de comptage et activité. Exploiter la loi de décroissance radioactive ou une courbe de décroissance radioactive.
Applications de la radioactivité. Protection contre les rayonnements ionisants.	Expliquer le principe de la datation à l'aide de noyaux radioactifs et dater un événement. Citer plusieurs applications de la radioactivité dans le domaine médical. Citer des méthodes de protection contre les rayonnements ionisants selon leur type et des éléments qui influencent l'efficacité de ces protections. Discuter la problématique du stockage des matières radioactives (blindage, durée de conservation). Décrire les effets biologiques et les conséquences sur la santé des rayonnements ionisants.
Équivalence masse-énergie. Énergie libérée par une transformation nucléaire.	Citer et exploiter l'expression traduisant l'équivalence masse-énergie. Déterminer l'énergie libérée par une transformation nucléaire à partir de la perte de masse. Exploiter l'unité de masse MeV/c^2.

3. Verbes consignes

Définition	Opérateur/ Verbe consigne	Operator	Definition
Tirer un résultat ou une conclusion appropriés à partir de résultats ou de données obtenues auparavant.	(en) déduire, conclure AFB II-III	ableiten, schließen auf AFB II-III	auf der Grundlage von Erkenntnissen (Vorwissen bzw. zuvor ermittelte Ergebnissen) sachgerechte Schlüsse ziehen
Affecter une valeur approchée ou un ordre de grandeur à l'aide de considérations raisonnées.	estimer AFB I-II	schätzen, abschätzen AFB I-II	durch begründete Überlegungen Größenordnungen angeben
Décrire et mettre en lien différentes ressources pour en déduire quelque chose de nouveau, en faire une synthèse ou encore élaborer une démarche expérimentale.	analyser AFB II	analysieren AFB II	wichtige Bestandteile, Eigenschaften oder Zusammenhänge auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten; In Chemie zusätzlich: einen Sachverhalt experimentell prüfen
Utiliser des formules, des équations, des lois, des conditions, des résultats expérimentaux, etc., pour prouver, déduire ou expliquer d'autres phénomènes.	exploiter AFB II-III	anwenden AFB II-III	Formeln, Gleichungen, Gesetze, Bedingungen, Versuchsergebnisse etc. zum Nachweis, zur Herleitung, zur Erklärung anderer Phänomene verwenden
Suggérer une information, un raisonnement (une équation, une équation de réaction, une démarche, etc.).	proposer AFB II	aufstellen AFB II	Formeln, Gleichungen, Reaktionsgleichungen entwickeln
Emettre une supposition justifiée.	formuler une hypothèse AFB III	eine Hypo- these aufstel- len AFB III	eine begründete Vermutung formulieren
Associer une signification aux observations, aux données, aux résultats et/ou à des informations et en tirer des conclusions.	interpréter AFB II-III	auswerten AFB II-III	Beobachtungen, Daten, Einzelergebnisse oder andere Aspekte in einen Zusammenhang stellen, um daraus Schlussfolgerungen zu ziehen
Fonder une démarche ou faire comprendre une situation en se basant sur des éléments objectifs.	justifier AFB II-III	begründen AFB II-III	Gründe oder Argumente für eine Vorgehensweise oder einen Sachverhalt nachvollziehbar darstellen

Mobiliser des connaissances pour reconnaître et nommer précisément des observations, des éléments, des faits, des concepts, des données à partir d'un document.	identifier AFB I-II	identifizieren AFB I-II	Beobachtungen, Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten, Fakten, Strukturen erkennen und benennen
Obtenir une valeur numérique d'une grandeur avec un calcul.	calculer AFB I-III	berechnen AFB I-III	Ergebnisse (von einem Ansatz oder einer Formel) ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen
Rendre compte d'observations, des schémas, des faits, des méthodes, des procédures ou des relations de manière structurée en utilisant un langage adapté.	décrire AFB I-II	beschreiben AFB I-II	Beobachtungen, Strukturen, Sachverhalte, Methoden, Verfahren oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren
Formuler un avis factuel à l'aide de critères scientifiques ou techniques.	critiquer AFB III	beurteilen AFB III	Das zu fällende Sachurteil ist mithilfe fachlicher Kriterien zu begründen.
Formuler une appréciation en tenant compte des valeurs et des normes sociales.	évaluer AFB III	bewerten AFB III	Das zu fällende Werturteil ist unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Werte und Normen zu begründen.
Rendre compte de faits, de relations de causalité, de relations de corrélations en utilisant un langage approprié ou des représentations graphiques (p. ex. dessins, croquis, tableaux)	représenter AFB II	darstellen AFB II	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und unter Verwendung der Fachsprache formulieren, auch mithilfe graphischer Darstellungen (z.B. Zeichnungen oder Skizzen und Tabellen)
Procéder à une analyse critique en comparant et en examinant des arguments scientifiques.	discuter de AFB II-III	diskutieren AFB II-III	Argumente zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
Mobiliser des concepts en lien avec le problème et les relier pour le rendre compréhensible.	expliquer AFB II	erklären AFB II	Strukturen, Prozesse oder Zusammenhänge des Sachverhalts erfassen und auf allgemeine Aussagen oder Gesetze zurückführen
Mobiliser des concepts en lien avec le problème et les relier pour le rendre compréhensible avec l'aide éventuelle d'autres informations ou des exemples.	expliciter AFB II-III	erläutern AFB II-III	Strukturen, Prozesse oder Zusammenhänge des Sachverhalts erfassen und auf allgemeine Aussagen oder Gesetze zurückführen und durch zusätzliche Informationen oder Beispiele verständlich machen
Tirer un résultat ou une relation par un calcul ou par l'exploitation ou par la réalisation d'un graphique ou d'une expérience.	déterminer AFB II	ermitteln AFB II	ein Ergebnis oder einen Zusammenhang rechnerisch, grafisch oder experimentell bestimmen

Déterminer un résultat en explicitant le raisonnement qui y conduit.	établir AFB II-III	herleiten AFB II-III	mithilfe bekannter Gesetzmäßigkeiten einen Zusammenhang zwischen chemischen bzw. physikalischen Größen herstellen
Mettre en relation des observations ou des résultats pour les rendre davantage explicite dans le contexte d'une question ou d'une hypothèse.	commenter AFB III	interprétieren, deuten AFB III	naturwissenschaftliche Ergebnisse, Beschreibungen und Annahmen vor dem Hintergrund einer Fragestellung oder Hypothese in einen nachvollziehbaren Zusammenhang bringen
Répertorier ou reproduire des formules, des règles, des faits, des termes ou des données sans explication.	nommer, donner AFB I	(be)nennen, angeben AFB I	Formeln, Regeln, Sachverhalte, Begriffe oder Daten ohne Erläuterung aufzählen bzw. wiedergeben
Organiser des concepts ou des objets en fonction de caractéristiques.	classer AFB I-II	ordnen AFB I-II	Begriffe oder Gegenstände auf der Grundlage bestimmter Merkmale systematisch einteilen
Suggérer une démarche éventuellement expérimentale ou une de ses étapes à un problème.	proposer AFB II-III	planen AFB II-III	zu einem vorgegebenen Problem (auch experimentelle) Lösungswege (oder Teilschritte) entwickeln und dokumentieren
Illustrer de manière claire et simplifiée des faits, des organisations, des processus, des expérimentations, ou des résultats.	schématiser AFB I-II	skizzieren AFB I-II	Sachverhalte, Prozesse, Strukturen oder Versuche/Ergebnisse übersichtlich grafisch darstellen
Développer des faits ou des phénomènes en utilisant des méthodes de travail spécifiques.	étudier AFB II	untersuchen AFB II	Sachverhalte oder Phänomene mithilfe fachspezifischer Arbeitsweisen erschließen
Inventorier les similitudes et les différences.	comparer AFB II	vergleichen AFB II	Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausarbeiten
Créer une représentation graphique, claire et précise.	représenter AFB I-II	zeichnen AFB I-II	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung anfertigen
Associer des caractéristiques ou des résultats entre eux.	attribuer AFB I-II	zuordnen AFB I-II	charakteristische Merkmale oder Ergebnisse aufeinander beziehen