

Annexe 2

Programme de physique-chimie pour les classes préparant au brevet des métiers d'art

Sommaire

Préambule commun aux enseignements de mathématiques et de physique-chimie

Intentions majeures

Compétences travaillées

Quelques lignes directrices pour l'enseignement

Programme de physique-chimie

Objectifs et enjeux

Organisation du programme

Électricité

Thermique

Mécanique

Chimie

Signaux

Mesures et incertitudes

Sécurité

Exemples d'activités en relation avec les objectifs de développement durable et de lutte contre le réchauffement climatique

Préambule commun aux enseignements de mathématiques et de physique-chimie

Intentions majeures

Les classes préparant au brevet des métiers d'art (BMA) ont pour objectif une entrée directe dans la vie professionnelle, mais permettent également la poursuite d'études. L'enseignement des mathématiques et de la physique-chimie concourt à la formation intellectuelle, professionnelle et civique des élèves¹.

Les programmes sont conçus à partir des intentions suivantes :

- permettre à tous les élèves d'élargir leurs acquis dans les domaines des mathématiques et de la physique-chimie dans une perspective de formation et d'évolution professionnelles ;
- approfondir l'activité mathématique et scientifique des élèves en poursuivant la pratique des démarches engagée dans les classes précédentes ;
- fournir aux élèves des outils mathématiques et scientifiques utiles pour les enseignements généraux et professionnels en relation avec les métiers d'art ;
- assurer les bases mathématiques et scientifiques indispensables à la formation tout au long de la vie et à une éventuelle poursuite d'études ;
- participer au développement de compétences transversales qui facilitent l'insertion sociale et professionnelle des élèves, en leur permettant de devenir des citoyens éclairés et des professionnels capables de s'adapter à l'évolution des métiers notamment liée à la transformation digitale et à la prise en compte des contraintes énergétiques et environnementales.

Compétences travaillées

Dans le prolongement des enseignements dispensés dans les classes préparant au CAP, cinq compétences communes aux mathématiques et à la physique-chimie sont travaillées. Elles permettent de structurer la formation et l'évaluation des élèves. L'ordre de leur présentation ne prescrit pas celui dans lequel ces compétences sont mobilisées par l'élève dans le cadre des activités qui lui sont proposées. Une liste non exhaustive de capacités associées à chacune des compétences indique la façon dont ces dernières sont mises en œuvre. Leur niveau de maîtrise dépend de l'autonomie et de l'initiative laissées aux élèves. Ces compétences sont plus ou moins mobilisées selon les activités et il convient de diversifier les situations afin de les développer toutes.

Compétences	Capacités associées
S'approprier	– Rechercher, extraire et organiser l'information. – Traduire des informations, des codages.
Analyser Raisonner	– Émettre des conjectures, formuler des hypothèses. – Proposer une méthode de résolution. – Choisir un modèle ou des lois pertinentes. – Élaborer un algorithme. – Choisir, élaborer un protocole. – Évaluer des ordres de grandeur.
Réaliser	– Mettre en œuvre les étapes d'une démarche. – Utiliser un modèle. – Représenter (tableau, graphique, etc.), changer de registre. – Calculer (calcul numérique exact ou approché, instrumenté ou à la main, calcul littéral). – Mettre en œuvre des algorithmes. – Expérimenter – en particulier à l'aide d'outils numériques (logiciels ou dispositifs d'acquisition de données, etc.). – Faire une simulation. – Effectuer des procédures courantes (représentations, collectes de données, utilisation du matériel, etc.). – Mettre en œuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité à partir d'un schéma ou d'un descriptif.

¹ Ici, comme dans l'ensemble du texte, le terme « élève » désigne l'ensemble des publics de la voie professionnelle : élève sous statut scolaire, apprenti ou adulte en formation.

	– Organiser son poste de travail.
Valider	– Exploiter et interpréter les résultats obtenus ou les observations effectuées afin de répondre à une problématique. – Valider ou invalider un modèle, une hypothèse en argumentant. – Contrôler la vraisemblance d'une conjecture. – Critiquer un résultat (signe, ordre de grandeur, identification des sources d'erreur), argumenter. – Conduire un raisonnement logique et suivre des règles établies pour parvenir à une conclusion (démontrer, prouver).
Communiquer	À l'écrit comme à l'oral : – Rendre compte d'un résultat en utilisant un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés. – Expliquer une démarche.

Quelques lignes directrices pour l'enseignement

La bivalence

La conduite de l'enseignement des mathématiques et de la physique-chimie ne se résume pas à une juxtaposition des trois disciplines. Il est souhaitable qu'un même enseignant les prenne toutes en charge pour garantir la cohérence de la formation mathématique et scientifique des élèves.

La physique et la chimie utilisent des notions mathématiques pour modéliser les situations étudiées. Parallèlement, certaines notions mathématiques peuvent être introduites à partir de situations issues de la physique ou de la chimie. Les liens explicitement mentionnés dans les programmes permettent de repérer ces rapprochements.

La maîtrise de la langue française

Faire progresser les élèves dans leur maîtrise de la langue française est l'affaire de tous les enseignements. Réciproquement, la maîtrise de la langue est indispensable aux apprentissages dans tous les enseignements. En effet, le langage est un outil, non seulement pour s'approprier et communiquer des informations à l'écrit et à l'oral, mais également pour élaborer sa pensée.

Au travers de son enseignement, le professeur veille à ce que les élèves surmontent certains obstacles de compréhension, notamment ceux qui sont liés à la collecte et à l'interprétation d'informations (postulats implicites, inférences, culture personnelle, polysémie de certains termes en mathématiques et physique-chimie, sens spécifique dans ces disciplines de certains mots de la langue française, etc.).

Il importe de laisser les élèves s'exprimer, lors de productions individuelles ou collectives, à l'oral comme à l'écrit, en les incitant à structurer leurs propos et en les faisant participer le plus souvent possible à la construction de la trace écrite de synthèse de leurs cours.

Développement durable et transition écologique et énergétique

Les problématiques liées au développement durable et à la transition écologique et énergétique doivent figurer au cœur des préoccupations des élèves et des enseignants.

Dans ce contexte, le choix des applications et des exemples de contextualisation proposés aux élèves en mathématiques et en physique et chimie doit, autant que possible, être associé à une réflexion sur les questions de protection de l'environnement, d'efficacité énergétique ou d'adaptation au changement climatique, y compris dans leurs dimensions économique ou sociale.

Les activités ou les projets associant mathématiques, physique-chimie et enseignement professionnel offrent des moments privilégiés pour faire prendre conscience aux élèves de la pluralité et de l'interdépendance des approches respectueuses de l'environnement et destinées à garantir un développement durable.

La diversité des activités de l'élève

La diversité des activités et des travaux proposés permet aux élèves de mettre en œuvre les démarches scientifique et mathématique dans toute leur richesse et leur variété.

Les travaux à réaliser hors du temps scolaire développent, à travers l'autonomie laissée à chacun, le sens de l'initiative, tout en consolidant les connaissances et les compétences. Ces travaux, courts et fréquents, doivent prendre en compte les aptitudes des élèves.

Que ce soit en classe ou hors de la classe, l'élève est incité à s'engager dans la résolution de problèmes, seul ou en équipe. Il est encouragé à chercher, à tester, à prendre le risque de se tromper. Il ne doit pas craindre l'erreur,

mais en tirer profit grâce au professeur qui l'aide à l'identifier, à l'analyser et à la surmonter. Ce travail sur l'erreur participe à la construction de ses apprentissages et contribue à développer sa confiance en lui.

Le travail de groupe, par sa dimension coopérative et par l'interaction sociale qu'il sous-tend, développe l'ouverture aux autres, la confiance, l'entraide, etc., éléments essentiels dans le monde du travail et dans la vie en société.

Le professeur veille à établir un équilibre entre les divers temps de l'apprentissage :

- les temps de recherche, d'activité, de manipulation ;
- les temps de dialogue et d'échange, de verbalisation ;
- les temps de synthèse où le professeur énonce des propriétés générales et formule des lois ;
- les exercices et problèmes, allant progressivement de l'application la plus directe au thème d'étude ;
- les rituels, afin de consolider les connaissances et les méthodes ;
- les temps d'analyse des erreurs.

La trace écrite

Lorsque les problématiques traitées sont contextualisées (issues du domaine professionnel, des autres disciplines ou de la vie courante), il est indispensable qu'après leur traitement, le professeur mette en œuvre une phase de décontextualisation au cours de laquelle sera rédigée une synthèse des activités menées. Cette synthèse décontextualisée, trace écrite laissée sur le cahier de l'élève, permet de mettre en évidence et de définir les modèles, les propriétés et les lois qu'il pourra utiliser dans d'autres contextes et, ainsi, consolider ses savoirs. Cette trace écrite doit être courte, mais néanmoins explicite et structurée. Elle constitue pour l'élève une référence vers laquelle il peut se tourner autant que de besoin.

Le travail expérimental ou numérique

L'utilisation de calculatrices ou d'ordinateurs, outils de visualisation et de représentation, de calcul, de simulation et de programmation, développe la possibilité d'expérimenter, d'émettre des conjectures et de contrôler leur vraisemblance. Les va-et-vient entre expérimentation, formulation et validation font partie intégrante de l'enseignement des mathématiques et de la physique-chimie.

L'utilisation régulière de ces outils peut intervenir selon plusieurs modalités :

- par le professeur, en classe, avec un dispositif de visualisation collective adapté ;
- par les élèves, sous forme de travaux pratiques de mathématiques ;
- dans le cadre du travail personnel des élèves hors du temps de classe (par exemple au CDI ou à un autre point d'accès au réseau local) ;
- lors des séances d'évaluation.

Le travail expérimental en physique-chimie permet en particulier aux élèves :

- d'exécuter un protocole expérimental en respectant ou en définissant les règles élémentaires de sécurité ;
- de réaliser un montage à partir d'un schéma ou d'un document technique ;
- d'utiliser des appareils de mesure et d'acquisition de données ;
- de rendre compte des observations d'un phénomène, de mesures ;
- d'exploiter et d'interpréter les informations obtenues à partir de l'observation d'une expérience réalisée ou d'un document technique.

L'évaluation des acquis

L'évaluation des acquis des élèves est indispensable au professeur dans la conduite de son enseignement comme aux élèves dans la construction de leurs apprentissages. Il appartient au professeur de diversifier le type, la forme et la nature des supports de ses évaluations : écrite ou orale, avec ou sans enjeu de notation, faisant ou non appel aux outils numériques, l'évaluation peut porter sur la vérification de l'apprentissage du cours, la réalisation d'une activité expérimentale, la résolution d'un exercice ou d'un problème, l'acquisition d'automatismes, etc. Les évaluations, dont les critères doivent être explicités, sont conçues comme un moyen de faire progresser les élèves, d'analyser leurs apprentissages et de mieux adapter l'enseignement dispensé à leurs besoins. On privilégiera des évaluations courtes, mais fréquentes, afin de fournir aux élèves des retours réguliers sur leurs progrès et sur les démarches à mettre en œuvre pour améliorer leur réussite.

Programme de physique-chimie

Objectifs et enjeux

Le programme de physique-chimie des classes préparant au BMA se situe dans la continuité de celui des classes préparant au CAP. Il a pour objectif l'acquisition de connaissances et de capacités spécifiques à la physique-chimie associée à la maîtrise de la démarche expérimentale.

L'enseignement de physique-chimie a une double visée, l'insertion professionnelle et la poursuite d'études. Les contenus proposés ont été choisis en fonction, d'une part, des spécificités des métiers d'art et en tenant compte, d'autre part, des acquis plus généraux relevant de la culture scientifique du citoyen.

Ce programme contribue au développement des compétences explicitées dans le tableau des « compétences travaillées » qui figure dans le préambule commun aux programmes de mathématiques et de physique-chimie. Il met en avant la pratique expérimentale : la curiosité, l'esprit critique, la rigueur, le respect de la sécurité des personnes et l'usage raisonné du matériel sont autant d'attitudes développées par cette pratique.

Pour atteindre les objectifs du programme, le professeur doit, le plus souvent possible, s'appuyer sur une contextualisation des contenus dans le domaine professionnel de la spécialité de BMA préparée par les élèves. Cette exigence de contextualisation concerne l'ensemble de la formation : les exemples utilisés pour introduire les notions, le travail personnel demandé aux élèves, les évaluations, etc. Par ailleurs, le professeur ne doit pas hésiter à aborder dans ses enseignements des éléments d'histoire des arts et des techniques, lorsque cela éclaire ou motive les apprentissages de physique-chimie. Il peut également montrer comment la créativité artistique, tout comme les pratiques professionnelles, s'enrichissent de la bonne connaissance des phénomènes et des lois traités dans ce programme.

Développement durable et changement climatique

Les enseignements de physique et de chimie mettent au point et diffusent des outils conceptuels et des pratiques adaptés aux questions touchant, dans plusieurs de leurs dimensions, à la protection de l'environnement, à l'atténuation du réchauffement climatique et aux adaptations nécessaires. Ils permettent notamment :

- de comprendre l'origine du réchauffement climatique ;
- d'analyser la pertinence des solutions techniques proposées pour atténuer ce réchauffement ;
- d'identifier les protocoles, les procédés de fabrication ou les méthodes d'analyse qui sont conformes aux objectifs du développement durable ;
- de prendre conscience de l'importance des comportements individuels – en milieu professionnel ou personnel – en faveur de la protection de l'environnement.

Quelle que soit la spécialité préparée par les élèves, le choix des applications ou des exemples de contextualisation doit prendre en compte ces exigences. Quelles sont les conséquences de tel procédé sur les émissions de gaz à effet de serre ? Comment améliorer l'efficacité énergétique de tel dispositif ? Quelles conséquences l'utilisation de tel composé chimique a-t-elle sur l'environnement ? Ces questionnements concernent tous les exemples et les situations étudiés.

Place du numérique

Les situations propices aux activités numériques dans le domaine de la physique et de la chimie sont nombreuses : acquisition et traitement de données expérimentales, représentations graphiques au moyen d'un tableur-grapheur, simulations utilisant un logiciel spécifique, écriture d'algorithmes élémentaires destinés à automatiser une tâche simple, adaptation d'algorithmes existants, recherches documentaires, activités de communication écrite ou orale, etc.

L'usage de l'informatique familiarise les élèves avec des outils universellement utilisés dans le monde professionnel et participe à l'amélioration, par la pratique, de leurs compétences numériques.

En physique-chimie, les activités numériques fournissent aux élèves l'occasion de développer leur esprit critique et leur bonne maîtrise des ordres de grandeur et des unités de mesure, par exemple en s'assurant de la plausibilité des valeurs numériques obtenues. Lorsque ces activités mettent en jeu des contenus relevant du programme de mathématiques, une attention particulière doit être apportée à la cohérence des enseignements.

Dans la continuité du programme des classes préparant au CAP, l'obtention de données expérimentales à l'aide de capteurs intégrés dans un circuit électrique et associés à un dispositif d'acquisition (par exemple une carte à microcontrôleur) est encouragée. Lorsque cela nécessite une activité de programmation, celle-ci doit rester simple et se limiter à l'adaptation élémentaire d'un code existant.

Éléments de lecture du programme

Les relations littérales dont la mémorisation est exigible figurent entre parenthèses dans la colonne des connaissances.

L'ordre de présentation du programme ne préjuge en rien de l'ordre dans lequel le professeur peut présenter les notions au cours de la formation, qui relève de sa liberté pédagogique. Il est à noter que la maîtrise de l'ensemble des capacités et des connaissances exigibles constitue un objectif de fin de formation. La progression doit être conçue par les équipes pédagogiques de physique-chimie d'une façon cohérente pour l'ensemble des deux années de préparation.

Organisation du programme

Le programme est commun à toutes les spécialités du brevet des métiers d'art pour l'ensemble des connaissances et des capacités exigibles. Il est constitué des cinq domaines de connaissances suivant : *électricité, thermique, mécanique, chimie et signaux*.

Le domaine *électricité* se compose de deux modules.

Le domaine *thermique* se compose de trois modules.

Le domaine *mécanique* se compose de deux modules.

Le domaine *chimie* se compose de quatre modules.

Le domaine *signaux* se compose de quatre modules.

En complément de ces domaines de connaissances, deux modules au contenu transversal sont au programme : *mesures et incertitudes* et *sécurité*. Ces modules ne doivent pas faire l'objet de cours spécifiques mais sont traités, tout au long des deux années, dans des situations relevant des cinq domaines de connaissances.

Le domaine *mesures et incertitudes* précise les connaissances et les capacités à mobiliser lors des opérations de mesure réalisées au cours des séances de travaux pratiques ou dans un contexte professionnel. Il met davantage l'accent sur l'évaluation de l'ordre de grandeur des incertitudes de mesures que sur leur évaluation quantitative précise.

Le domaine *sécurité* est destiné à sensibiliser aux risques liés à l'utilisation d'appareils électriques, de produits chimiques et de sources lumineuses ou sonores. La mise en œuvre des apprentissages associés contribue à accroître les compétences professionnelles liées à la sécurité.

À la fin du programme, quelques pistes pédagogiques sont proposées, permettant de contextualiser les enseignements en relation avec les questions environnementales et climatiques.

Électricité

Comment obtenir et utiliser efficacement l'énergie électrique ?

Les contenus proposés dans les modules de ce domaine se situent dans la continuité du module transversal d'électricité du programme des classes préparant au CAP. L'accent est mis sur la consommation et le stockage de l'énergie électrique. Ces thèmes sont étudiés sous l'angle de l'efficacité énergétique et de la limitation de l'émission des gaz à effet de serre.

• Distinguer énergie et puissance électriques

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Connaître la relation entre U et I pour des systèmes à comportement ohmique.
- Connaître les appareils de mesure de l'intensité et de la tension.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Mesurer la puissance électrique reçue et l'énergie électrique reçue pendant une durée donnée par un appareil utilisé en régime continu.	Connaître la relation entre l'énergie électrique reçue, la puissance et la durée ($E=P.t$).
Calculer la puissance électrique reçue et l'énergie électrique reçue pendant une durée donnée par un appareil utilisé en régime continu.	Connaître la relation entre la puissance électrique, la tension et l'intensité en régime continu ($P=U.I$).
Établir expérimentalement la relation entre la puissance électrique reçue, la valeur de la tension et celle de l'intensité en régime continu.	Savoir que le joule est l'unité d'énergie du système international et connaître d'autres unités, dont le kilowattheure (kWh).

• **Stocker l'énergie à l'aide d'un système électrochimique**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Interpréter une formule chimique en termes atomiques.
- Connaître la différence entre ion, molécule et atome.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Réaliser expérimentalement une pile et mesurer la tension aux bornes de cette pile.	Savoir qu'une pile effectue une transformation d'énergie chimique en énergie électrique et qu'un accumulateur en charge effectue une transformation d'énergie électrique en énergie chimique stockable.
Déterminer les transformations se produisant sur chacune des électrodes, les équations de demi-réactions étant données.	Savoir que les réactions chimiques mises en jeu aux électrodes sont des réactions d'oxydoréduction.
Étudier expérimentalement la charge et la décharge d'un accumulateur.	
Calculer l'énergie stockée par un accumulateur à partir de sa capacité et de la tension d'utilisation.	Connaître la relation entre la capacité d'un accumulateur, l'intensité du courant et le temps d'utilisation avant décharge complète.
Comparer l'énergie stockée par unité de masse par des accumulateurs de différents types.	

Liens avec les mathématiques

- Utilisation et transformation de formules.
- Résolution d'une équation du premier degré (voir le module *résolution d'un problème du premier degré* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Identification d'une situation de proportionnalité (voir le module *résolution d'un problème relevant de la proportionnalité* du programme de mathématiques des classes préparant au CAP).

Thermique

Comment utiliser et contrôler les transferts thermiques ?

Les modules qui composent ce domaine de connaissances sont essentiellement destinés à conduire l'étude de l'efficacité énergétique. Ils abordent le principal phénomène utilisé aujourd'hui pour convertir en énergie thermique l'énergie disponible dans les ressources naturelles : la combustion du charbon et celle des hydrocarbures dans l'air. L'influence du dioxyde de carbone ainsi dégagé sur l'effet de serre est soulignée. La présentation des différents modes de transfert thermique permet, par ailleurs, de comprendre la rationalité des efforts entrepris pour contrôler ces transferts, que ce soit pour les limiter lorsqu'ils sont indésirables (isolation) ou pour les faciliter lorsqu'ils sont utiles (chauffage). L'importance donnée aux transferts thermiques radiatifs et au rayonnement thermique fournit l'occasion de traiter à un niveau adapté la problématique de l'effet de serre atmosphérique et de son rôle dans le réchauffement climatique.

• **Comprendre les avantages et les inconvénients de la combustion du carbone et des hydrocarbures**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Interpréter une formule chimique en termes atomiques.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Réaliser expérimentalement une réaction de combustion de charbon ou d'un hydrocarbure et identifier les produits de la combustion.	Connaître les produits de la combustion complète ou incomplète d'un hydrocarbure dans l'air.
Calculer l'énergie libérée sous forme d'énergie thermique par la combustion d'une masse donnée d'hydrocarbure à partir de données fournies.	Connaître la dangerosité des composés produits lors d'une combustion incomplète.
Écrire et ajuster l'équation de la réaction modélisant la combustion d'un hydrocarbure.	Savoir que la combustion d'un hydrocarbure, du bois ou du charbon libère de l'énergie thermique.

Déterminer la masse de dioxyde de carbone (CO ₂) dégagée par la combustion complète d'une masse donnée d'un hydrocarbure, à partir de données fournies.	Savoir que l'énergie utilisée aujourd'hui est très majoritairement obtenue par des combustions de ce type. Savoir que le dioxyde de carbone est un des principaux gaz à effet de serre et que l'augmentation de sa concentration dans l'atmosphère accentue le réchauffement climatique. Savoir que les moteurs thermiques convertissent l'énergie libérée par la combustion en énergie mécanique.
---	---

• **Mesurer une température et distinguer les trois modes de transfert thermique**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Savoir que l'élévation (ou la diminution) de température d'un corps nécessite un apport (ou une perte) d'énergie.
- Savoir que la chaleur est un mode de transfert d'énergie (transfert thermique) entre deux corps de températures différentes.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Mesurer des températures. Choisir et utiliser un capteur de température.	Connaître les échelles de température : Celsius et Kelvin. Connaître différents types de thermomètre et leur principe de fonctionnement (thermomètre à résistance – thermosonde à résistance de Pt (Pt100) – thermocouple, thermomètre à infrarouge, thermomètre à cristaux liquides).
Mettre en évidence expérimentalement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection et rayonnement thermique.	Savoir qu'un transfert thermique se fait spontanément du corps le plus chaud vers le corps le plus froid.
Décrire qualitativement les trois modes de transfert thermique en citant des exemples.	Connaître les trois modes de transfert thermique et leurs caractéristiques principales. Savoir que l'énergie échangée sous forme thermique s'exprime en joule.
Comparer expérimentalement de façon qualitative les propriétés de plusieurs matériaux vis-à-vis de la conduction thermique.	Connaître des exemples de matériaux bons conducteurs thermiques et de matériaux isolants thermiques.

• **Utiliser le rayonnement thermique et comprendre l'origine de l'effet de serre atmosphérique**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Savoir que la lumière blanche est composée de rayonnements visibles et d'autres invisibles à l'œil nu.
- Connaître l'existence des rayonnements infrarouge et ultraviolet.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Montrer expérimentalement qu'un objet peut se réchauffer sous l'effet d'un rayonnement.	Savoir que tous les objets émettent un rayonnement thermique dont les caractéristiques (puissance, répartition spectrale) dépendent de leur température.
Exploiter des images enregistrées par une caméra thermique. Illustrer expérimentalement l'absorption du rayonnement infrarouge par différents matériaux.	Savoir que le rayonnement thermique n'est visible que lorsque le corps a une température très élevée (cas du soleil ou d'un filament de lampe à incandescence) et que dans les domaines de températures usuels, il appartient au domaine infrarouge (IR).

Expliquer le principe de l'effet de serre en s'appuyant sur une ressource documentaire.	Savoir que les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère absorbent le rayonnement thermique infrarouge émis par la Terre, mais pas le rayonnement visible provenant du soleil. Savoir que l'effet de serre atmosphérique augmente l'énergie que la surface de la Terre reçoit par transfert radiatif, ce qui tend à faire augmenter sa température. Connaître les principaux gaz à effet de serre (GES) : vapeur d'eau, dioxyde de carbone, méthane et protoxyde d'azote. Savoir que l'effet de serre est amplifié par le rejet dans l'atmosphère de GES, notamment de dioxyde de carbone du fait de l'activité humaine.
---	--

Liens avec les mathématiques

- Utilisation et transformation de formules.
- Résolution d'une équation du premier degré (voir le module *résolution d'un problème du premier degré* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Identification d'une situation de proportionnalité (voir le module *résolution d'un problème relevant de la proportionnalité* du programme de mathématiques des classes préparant au CAP).

Mécanique

Comment contrôler le mouvement et l'équilibre de divers systèmes ?

Les modules qui composent ce domaine de connaissances permettent essentiellement d'aborder des situations statiques d'équilibre, notamment quand elles concernent des solides mobiles autour d'un axe fixe.

• Caractériser le mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Différencier trajectoire rectiligne, circulaire et quelconque pour un point donné d'un objet.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Déterminer expérimentalement la fréquence de rotation d'un mobile. Utiliser la relation entre vitesse, diamètre et fréquence de rotation.	Connaître les notions de fréquence et de période de rotation.

• Obtenir l'équilibre d'un solide

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Faire l'inventaire des actions mécaniques qui s'exercent sur un solide.
- Savoir qu'une action mécanique se modélise par une force.
- Représenter et caractériser une action mécanique par une force.
- Connaître les caractéristiques du poids d'un corps (vertical, du haut vers le bas et valeur en newton).
- Connaître et utiliser la relation entre le poids et la masse.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Vérifier expérimentalement les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux ou trois forces de droites d'actions concourantes. Étudier expérimentalement l'effet d'une force sur la rotation d'un objet simple autour d'un axe fixe.	Savoir que la somme des forces agissant sur un système à l'équilibre est nulle. Connaître la définition géométrique du bras de levier d'une force.

Calculer et utiliser la relation du moment d'une force par rapport à un axe.	Connaître l'expression du moment d'une force par rapport à un axe donné, le bras de levier étant donné.
Faire l'inventaire des moments qui s'exercent sur un système.	Savoir que, pour un solide mobile autour d'un axe fixe, la somme des moments des forces appliquées au solide est nulle à l'équilibre.
Étudier expérimentalement les conditions d'équilibre d'un solide en rotation autour d'un axe fixe soumis à trois forces au maximum.	
Déterminer expérimentalement le centre de gravité d'un solide soumis à son poids à partir de ses positions d'équilibre en rotation autour de plusieurs axes différents.	Savoir que la droite d'action du poids passe par le centre de gravité du corps.
Étudier expérimentalement le basculement d'un solide posé sur un plan.	Savoir qu'un objet posé sur un plan ne peut être en équilibre que si la verticale passant par son centre de gravité coupe la base de sustentation.

Liens avec les mathématiques

- Exploitation de représentations graphiques (voir le module *fonctions* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Utilisation et transformation de formules.
- Résolution d'une équation du premier degré (voir le module *résolution d'un problème du premier degré* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Identification d'une situation de proportionnalité (voir le module *résolution d'un problème relevant de la proportionnalité* du programme de mathématiques des classes préparant au CAP).

Chimie

Comment analyser, transformer, exploiter les matériaux dans le respect de l'environnement ?

L'objectif de ce domaine, dont les applications sont essentielles dans presque toutes les spécialités de BMA, est d'illustrer le caractère opérationnel de la chimie. Les modules en abordent les différentes facettes : l'analyse de solutions, la synthèse de matières plastiques, l'exploitation des propriétés physicochimiques en vue d'une application spécifique (piles et accumulateurs, résines, vernis, etc.). La préoccupation environnementale est systématiquement présente, à la fois dans la promotion de l'usage de produits chimiques respectueux de l'environnement et dans l'identification de solutions que la chimie peut apporter pour répondre aux défis d'aujourd'hui.

• Décrire la matière à l'échelle macroscopique

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Connaître différents types de thermomètre.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Déterminer expérimentalement la masse volumique d'un liquide ou d'un solide.	Connaître la relation liant masse volumique, masse et volume ($\rho = m/V$).
Mettre en évidence la dilatation thermique d'un liquide.	Savoir que la masse volumique d'un solide ou d'un fluide dépend essentiellement de la température et qu'elle diminue généralement lorsque la température augmente.
Mettre en évidence la dilatation thermique d'un objet solide.	
Vérifier expérimentalement que la température d'un corps pur ne varie pas lors d'un changement d'état.	Savoir qu'un changement d'état nécessite un transfert thermique sous forme de chaleur.
Calculer l'énergie nécessaire pour effectuer un changement d'état d'un corps pur de masse donnée.	Savoir que l'énergie nécessaire pour effectuer un changement d'état d'un corps pur est proportionnelle à sa masse.

• Caractériser quantitativement une solution aqueuse

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Préparer une solution de concentration massique donnée par dissolution. Connaître la notion de concentration massique d'un soluté en ($g \cdot L^{-1}$).

- Interpréter une formule chimique en termes atomiques.
- Réaliser expérimentalement une dilution.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Réaliser, par dilution ou dissolution, une solution de concentration en quantité de matière donnée. Calculer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques et de la formule chimique de la molécule. Déterminer le nombre d'entités élémentaires et la quantité de matière (en mol) d'une espèce dans une masse donnée d'échantillon. Calculer la concentration en masse d'un soluté à partir de sa concentration en quantité de matière et de sa masse molaire moléculaire. Déterminer une quantité de matière présente en solution par une méthode de titrage fondée sur le repérage d'une équivalence, à l'aide de relations fournies.	Connaître les définitions de la mole, d'une solution, d'un solvant, d'un soluté. Connaître les relations entre la masse molaire, la masse d'un échantillon et la quantité de matière ($n=m/M$). Connaître la relation entre la concentration en quantité de matière de soluté, la quantité de matière et le volume de la solution ($C=n/V$). Connaître la définition de la concentration en masse d'un soluté dans une solution. Savoir que le point d'équivalence d'un titrage peut se repérer par un changement de couleur de la solution en présence d'un indicateur coloré ou par étude de la pente d'une courbe de titrage.

• Prévoir une réaction d'oxydoréduction et protéger les métaux contre la corrosion

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Interpréter une formule chimique en termes atomiques.
- Connaître la différence entre ion, molécule et atome.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Classer expérimentalement des couples oxydant/réducteur. Écrire l'équation de réaction modélisant une transformation d'oxydoréduction à partir de deux demi-équations de réaction. Identifier l'oxydant et le réducteur dans une transformation d'oxydoréduction d'équation de réaction donnée. Prévoir, à partir d'une classification électrochimique qualitative, le sens d'évolution spontanée d'une transformation d'oxydoréduction. Réaliser expérimentalement et interpréter une transformation d'oxydoréduction en lien avec la corrosion d'un métal. Illustrer au moyen d'une expérience la passivation d'un métal. Mettre en évidence expérimentalement la protection d'un métal par la méthode d'anode sacrificielle.	Savoir qu'une réduction est un gain d'électrons et qu'une oxydation est une perte d'électrons. Savoir qu'une transformation d'oxydoréduction est une réaction dans laquelle intervient un transfert d'électrons. Savoir qu'il est possible d'établir une classification électrochimique des couples oxydant/réducteur et connaître son intérêt (prévision de réaction redox entre un oxydant et un réducteur donné, écriture de l'équation de réaction modélisant la transformation d'oxydoréduction). Savoir qu'une réaction d'oxydoréduction spontanée se produit entre l'oxydant le plus fort et le réducteur le plus fort. Savoir qu'un métal peut être oxydé par le dioxygène de l'air. Savoir que la couche d'oxyde formée sur un métal peut ralentir son oxydation (phénomène de passivation). Savoir qu'un métal peut être protégé par un autre métal plus réducteur (protection par anode sacrificielle).

• **Synthétiser et identifier les matières plastiques recyclables**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Interpréter une formule chimique en termes atomiques.
- Connaître la différence entre ion, molécule et atome.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Identifier des matières plastiques recyclables à l'aide de tests spécifiques.	Connaître les matières plastiques recyclables les plus courantes (exemples : PET, PVC, etc.).
Synthétiser expérimentalement un polymère.	Savoir qu'un polymère est une macromolécule issue d'un assemblage répété de monomères.
Synthétiser expérimentalement une matière plastique biodégradable.	Savoir qu'une matière plastique est composée de plusieurs polymères (les réactions de polymérisation ne sont pas exigibles).

Liens avec les mathématiques

- Résolution d'une équation du premier degré (voir le module *résolution d'un problème du premier degré* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Utilisation et transformation de formules.
- Représentation graphique d'une fonction sur un intervalle donné (voir le module *fonctions* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Identification d'une situation de proportionnalité (voir le module *résolution d'un problème relevant de la proportionnalité* du programme de mathématiques des classes préparant au CAP).

Signaux

Comment transmettre l'information ?

En milieu professionnel ou domestique, les dispositifs assurant l'échange d'information sont omniprésents. Les connaissances acquises dans ce domaine permettent de mieux comprendre les principaux phénomènes physiques utilisés pour transmettre l'information, notamment les caractéristiques des signaux lumineux et, plus généralement, des ondes électromagnétiques. L'étude de la couleur, centrale dans de nombreuses spécialités de BMA, est menée dans la continuité avec les programmes des classes préparant au CAP. Les ondes sonores font également l'objet d'un module spécifique.

• **Caractériser un signal lumineux**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Savoir que la lumière blanche est constituée de rayonnements de différentes couleurs.
- Réaliser le spectre de la lumière visible.
- Connaître l'existence des rayonnements infrarouge et ultraviolet.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Réaliser la décomposition de la lumière blanche et sa recombinaison.	Savoir qu'un rayonnement monochromatique est caractérisé par sa longueur d'onde. Savoir que la lumière blanche est composée de rayonnements de différentes longueurs d'onde. Connaître les limites de longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouge et ultraviolet.
Positionner un rayonnement monochromatique sur une échelle de longueur d'onde fournie.	Connaître les effets sur la santé d'une exposition excessive aux rayonnements infrarouge et ultraviolet.
Mesurer un éclairage avec un luxmètre.	Connaître les grandeurs caractéristiques d'un rayonnement lumineux (flux, intensité, éclairage, longueur d'onde).

Savoir que les variations de ces différentes grandeurs caractéristiques d'un rayonnement lumineux influencent le signal électrique produit par un photocomposant.

• **Caractériser une onde électromagnétique**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Savoir que la lumière blanche est composée de rayonnements visibles et d'autres invisibles à l'œil nu.
- Connaître l'existence des rayonnements infrarouge et ultraviolet.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Identifier le domaine spectral d'un rayonnement électromagnétique à partir de sa longueur d'onde dans le vide.	Connaître la relation entre la longueur d'onde dans le vide, la vitesse de la lumière dans le vide et la fréquence ($\lambda = c/f$).
Exploiter la relation entre la fréquence et la période.	Connaître la relation entre la fréquence et la période ($T = 1/f$).
Identifier des sources et détecteurs d'ondes électromagnétiques dans les objets de la vie courante.	Connaître les différents domaines du spectre électromagnétique : rayonnements gamma, X, ultraviolet (UV), visible, infrarouge (IR), micro-ondes, ondes hertziennes (les valeurs des intervalles de longueur d'onde ne sont pas exigibles sauf dans le cas du domaine visible). Connaître les domaines de longueur d'onde des ondes électromagnétiques utilisées dans la vie courante (réseau wifi, réseau de téléphone cellulaire, RFID, etc.). Connaître le domaine des longueurs d'onde perceptibles par l'œil humain. Savoir qu'une onde électromagnétique permet de transmettre des informations.

• **Produire et numériser une image en couleur**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Savoir que trois lumières colorées (rouge/vert/bleu) suffisent pour créer toutes les couleurs.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Réaliser expérimentalement une synthèse additive des couleurs.	Savoir que l'œil réalise une synthèse additive des couleurs.
Réaliser une synthèse soustractive des couleurs.	Savoir que la couleur d'un objet dépend de la composition spectrale de l'éclairage.
Illustrer expérimentalement le principe du système RVB.	Savoir que les capteurs d'image sont constitués de matrices comprenant un grand nombre d'éléments photosensibles de très petite taille (pixels).
Évaluer la taille d'une image en octets en fonction du codage adopté.	Connaître le principe de fonctionnement d'un écran numérique couleur. Connaître les caractéristiques d'une image numérisée : pixellisation, résolution, taille, codage des couleurs ou des niveaux de gris.

• **Caractériser la propagation d'un signal sonore**

Liens avec le programme des classes préparant au CAP

- Déterminer la période et la fréquence d'un son pur.
- Caractériser un son par sa fréquence et son niveau d'intensité acoustique.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Mettre en évidence expérimentalement la nécessité d'un milieu matériel pour la propagation d'un son.	Savoir que la propagation d'un son nécessite un milieu matériel.
Déterminer expérimentalement la vitesse de propagation d'un son dans l'air ou dans l'eau.	Savoir que la vitesse du son dépend du milieu de propagation. Connaître la relation qui lie la longueur d'onde, la vitesse de propagation et la période d'une onde sonore ($\lambda = c_{\text{son}} \cdot T$).
Exploiter la relation liant la vitesse de propagation, la longueur d'onde et la fréquence d'une onde sonore.	Savoir que le caractère grave ou aigu d'un son est relié à sa fréquence. Plus un son est aigu, plus sa fréquence est élevée.
Mesurer une pression acoustique et le niveau d'intensité acoustique associé à l'aide d'un sonomètre ou d'un capteur.	Connaître les ordres de grandeur des vitesses de propagation du son dans l'air et dans l'eau.
Calculer le niveau d'intensité acoustique (en dB) à partir de la pression acoustique ou de l'intensité acoustique, en utilisant une relation donnée.	Savoir qu'une onde sonore s'accompagne d'une variation locale de la pression du milieu dont l'amplitude est appelée pression acoustique. Savoir qu'un microphone mesure la pression acoustique. Savoir qu'un signal sonore transporte de l'énergie et que l'intensité sonore est la puissance moyenne transportée par l'onde par unité de surface. Savoir que l'exposition à une intensité acoustique élevée a des effets néfastes sur l'oreille. Savoir qu'il existe une échelle de niveau d'intensité acoustique.
Étudier expérimentalement l'atténuation de l'intensité acoustique d'une onde sonore en fonction de la distance de propagation.	Savoir que l'oreille humaine peut détecter des sons dont la fréquence se situe approximativement entre 20 Hz et 20 kHz.

Savoir qu'une onde sonore s'atténue en se propageant, même dans un milieu n'absorbant pas les ondes sonores.

Liens avec les mathématiques

- Utilisation et transformation de formules.
- Constructions géométriques.
- Mesures d'angles.
- Trigonométrie (voir le domaine *géométrie* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Logarithme décimal et fonction 10^x (voir le module *fonctions exponentielles et logarithme décimal* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Exploitation de représentations graphiques (voir le module *fonctions* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).

Mesures et incertitudes

Quelle variabilité dans le résultat d'une mesure ?

L'objectif principal de la formation aux incertitudes de mesure est de sensibiliser l'élève à la variabilité des valeurs obtenues au cours d'une opération de mesure et de lui fournir des éléments permettant de quantifier l'ordre de grandeur de cette variabilité. Il ne s'agit pas d'évaluer de manière précise et formalisée les incertitudes dans le cas général.

L'élève doit notamment être habitué à :

- identifier les différentes sources d'erreurs qui peuvent être commises (défaut de la méthode de mesure, imperfection ou utilisation incorrecte d'un appareil de mesure, etc.) et y remédier si possible ;
- quantifier l'ordre de grandeur de l'incertitude sur la mesure directe ;
- présenter le résultat d'une mesure de façon raisonnée (unités de mesure adaptées, choix pertinent du nombre de chiffres significatifs).

Ces habitudes doivent être installées par une attention régulière à ces problématiques lors d'activités pratiques, sans que des séances leur soient exclusivement consacrées.

L'évaluation des incertitudes composées n'est pas exigible et doit s'appuyer, si besoin, sur une formule fournie ou sur l'utilisation d'un logiciel spécifique.

Il convient surtout d'amener l'élève à s'interroger sur les enjeux associés aux incertitudes de mesure. Ceux-ci peuvent être scientifiques (vérification d'une loi), environnementaux (contrôle de conformité à une norme), commerciaux (respect d'un cahier des charges), juridiques ou réglementaires (contrôle de conformité à une réglementation). La valeur mesurée peut alors être comparée avec une valeur de référence afin de conclure qualitativement à la compatibilité ou à la non-compatibilité de ces deux valeurs.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Analyser les enjeux de l'évaluation d'une incertitude de mesure.	Savoir que la mesure d'une grandeur physique présente toujours une incertitude due à l'instrument de mesure, à son utilisation et à la variabilité de facteurs non contrôlés.
Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : histogramme, moyenne et écart type.	Savoir que la moyenne d'une série de mesures indépendantes est le meilleur estimateur de la valeur de la grandeur étudiée.
Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes.	Savoir que la dispersion d'une série de mesures indépendantes peut être estimée en calculant l'écart type de la distribution des mesures.
Déterminer l'incertitude associée à une mesure simple réalisée avec un instrument de mesure à partir des indications figurant dans sa notice d'utilisation (éventuellement simplifiée).	Savoir que cette dispersion est un estimateur de l'incertitude de mesure.
Écrire le résultat d'une mesure avec un nombre adapté de chiffres significatifs.	Savoir que l'incertitude associée à une mesure effectuée avec un instrument peut s'évaluer à partir d'indications fournies par le constructeur.

Liens avec les mathématiques

- Moyenne et écart type d'une série de valeurs (voir le module *statistique à une variable* du programme de mathématiques des classes préparant au BMA).
- Construction et lecture d'un histogramme dont les classes sont de même largeur.

Sécurité

Comment travailler en toute sécurité ?

Ce module transversal est destiné à sensibiliser aux risques liés à l'utilisation d'appareils électriques, de produits chimiques, de sources lumineuses ou sonores et à former au respect des règles d'utilisation associées afin que l'élève adopte un comportement responsable lors des activités expérimentales par le respect des règles de sécurité.

Capacités et connaissances

Capacités	Connaissances
Utiliser de façon raisonnée les équipements de protection individuelle adaptés à la situation.	Connaître les équipements de protection individuelle adaptés à la situation et leurs conditions d'utilisation.
Identifier un pictogramme sur l'étiquette d'un produit chimique de laboratoire ou d'usage domestique ou professionnel.	Savoir que les pictogrammes et l'étiquette d'un produit chimique renseignent sur les risques encourus et sur les moyens de s'en prévenir, sous forme de phrases de risques et de phrases de sécurité.
Identifier et appliquer les règles liées au tri sélectif des déchets chimiques.	
Justifier la présence et les caractéristiques des dispositifs électriques permettant d'assurer la protection des matériels et des personnes (coupe-circuit, fusible, disjoncteur, disjoncteur différentiel, mise à la terre).	Connaître les principaux dispositifs de protection présents dans une installation électrique et leur rôle.
Identifier les dangers d'une exposition au rayonnement d'une source lumineuse dans le visible ou non : par vision directe, par réflexion.	Connaître les limites d'utilisation du matériel et des appareils utilisés, notamment les multiprises. Connaître certaines caractéristiques de la lumière émise par une source laser (monochromaticité, puissance et divergence du faisceau laser). Connaître l'existence de classes de laser. Connaître les dangers, pour la santé (œil, peau), d'une exposition au rayonnement.
Utiliser les protections adaptées à l'environnement sonore de travail.	Connaître le seuil de dangerosité et de douleur pour l'oreille humaine (l'échelle de niveau d'intensité acoustique étant fournie).

Exemples d'activités en relation avec les objectifs de développement durable et de lutte contre le réchauffement climatique

Dans le cadre du programme de physique-chimie des classes préparant au BMA, les activités suivantes permettent d'aborder les problématiques du développement durable et de la transition climatique. Cette liste, fournie à titre indicatif, n'est pas exhaustive.

- Analyser la consommation énergétique d'appareils utilisés dans la vie courante et identifier des usages écoresponsables.
- Calculer la masse de CO₂ rejetée par différents modes de transport pour déplacer un système donné le long d'un trajet donné.
- Analyser l'incidence de l'utilisation de combustibles issus de la biomasse sur le bilan en CO₂ de la production d'énergie thermique.
- Choisir de manière raisonnée les techniques de dosages en fonction des espèces chimiques à analyser et de la précision recherchée, en limitant la production de déchets.
- Interpréter les indicateurs présents sur les emballages de diverses ampoules pour choisir la mieux adaptée à un éclairage performant, résistant et durable.
- Utiliser une caméra thermique, par exemple pour caractériser l'isolation d'un four.
- Fabriquer une colle naturelle (par exemple à partir de caséine ou encore de poisson).
- Synthétiser un plastique à partir d'amidon de maïs.
- Comparer les peintures acryliques et vinyliques.
- Réaliser une activité documentaire sur les méthodes physicochimiques de tri de déchets plastiques.
- Réaliser une activité documentaire sur l'impact écologique de la résine époxy.

- Réaliser une activité documentaire sur les impacts écologiques de l'extraction et du traitement de l'or et de l'argent.
- Analyser l'impact écologique des procédés d'extraction de pierres précieuses.