

# PHYSIQUE

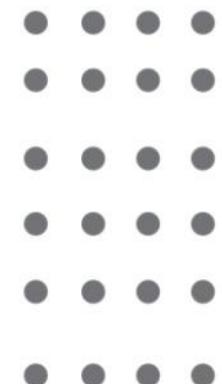
# PROGRAMMES

## DU SECONDAIRE



Gouvernement de la  
République d'Haïti

Ministère de l'Éducation  
 Nationale et de la  
Formation Professionnelle



# Programmes de L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE  
ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE  
(MENFP)

Version définitive-24juillet 2024

# ■ PRÉAMBULE

## Mots du Ministre

### Très Chers Compatriotes,

Aujourd'hui, en tant que Ministre de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle, j'éprouve une grande joie et me sens aussi habité par un sentiment de grande responsabilité en m'adressant à vous, pour annoncer la mise en circulation des programmes remaniés du secondaire. Au cours des dernières années, des efforts considérables ont été déployés pour réviser et actualiser les programmes scolaires du secondaire. Une initiative qui marque une étape significative dans la quête d'un système éducatif inclusif et de qualité en Haïti.

Alors que la rentrée scolaire vient d'avoir lieu, j'ai pris la décision d'autoriser l'utilisation de ces programmes remaniés du secondaire haïtien.

Cette démarche traduit non seulement ma volonté en tant que Ministre de l'Education en exercice, mais aussi celle du gouvernement de rendre l'éducation, et une éducation de qualité, accessible à tous, alors que les défis socio-économiques demeurent prégnants.

Les programmes qui ont été révisés visent à répondre aux besoins actuels de notre société, en intégrant des compétences essentielles qui préparent nos jeunes à devenir des citoyens responsables et engagés. À mes yeux, l'éducation ne doit pas être un privilège, mais un droit fondamental pour chaque Haïtien et Haïtienne.

En rendant ces programmes disponibles, je souhaite encourager l'apprentissage autonome, soutenir les familles et les communautés et promouvoir une éducation tout au long de la vie.

L'Éducation est un pilier du développement durable et un vecteur de changement social.

Voilà pourquoi, j'invite les parents, les éducateurs et tous les acteurs de la société à s'approprier ces ressources, à les adapter à leurs contextes respectifs et à les utiliser dans le but d'enrichir l'expérience de nos jeunes.

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ces programmes, particulièrement **l'Agence Française de Développement (AFD)** à travers le projet **NECTAR**, ainsi que les partenaires qui soutiennent le Ministère dans cette noble mission. Mes remerciements spéciaux vont aux valeureux et dévoués concepteurs haïtiens et étrangers qui ont utilement élaboré, révisé et remanié ces programmes. Je salue aussi l'engagement de la Coordination du Pôle Enseignement et Qualité (**CGPEQ**), la détermination exemplaire de la Direction de l'Enseignement Secondaire (**DES**) et la collaboration de l'**UTICE**.

Que ces programmes contribuent à la transformation sociale tant souhaitée et longuement attendue par notre chère patrie !

**Augustin ANTOINE**  
**Ministre de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle**

# Table des matières

PRESENTATION	
Pourquoi ces programmes ?	5
L'enseignement secondaire	6
Sa place dans le curriculum haïtien	6
Ce qui est attendu des élèves à la sortie du secondaire	7
Une volonté de changement	14
Une conception de la classe centrée sur l'élève	14
Une notion essentielle : celle de compétence	14
Une exigence : l'évaluation	15
Des attentes fortes	16
Lire et mettre en œuvre les programmes	18
Leur fonction	19
Comment sont conçus les programmes ?	20
Les domaines – Les disciplines	20
Les parcours – Les horaires	21
Mettre en œuvre les programmes	23
La nécessité d'une coopération entre enseignants	24
<b>PHYSIQUE</b>	<b>25</b>

# PRESENTATION

## POURQUOI CES PROGRAMMES ?

Le Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle (MENFP) a entrepris depuis plusieurs années une vaste rénovation du système éducatif afin d'assurer la pleine réussite de tous les jeunes Haïtiens et de toutes les jeunes Haïtiennes, de répondre aux défis du XXI<sup>e</sup> siècle et de contribuer au progrès de notre pays. Dans le prolongement de la réforme initiée par le ministre Joseph C. Bernard dès 1982, une évolution profonde de l'École haïtienne a été engagée avec la volonté de favoriser une pédagogie inclusive et mobilisatrice, centrée sur les activités de l'élève et privilégiant une éducation multilingue.

Dans cette perspective, le Ministère conduit une révision de l'ensemble des programmes officiels afin d'assurer leur continuité et leur cohérence. Dans ce contexte, un texte d'orientation a été élaboré : le « Cadre d'Orientation Curriculaire pour le système éducatif haïtien ». Ce document rassemble les grandes orientations du système éducatif à partir de quelques questions fondamentales : quelle formation ? pour quel citoyen ? pour quelle société ? quelles valeurs ? Il définit les lignes directrices qui permettront d'écrire les programmes au service des finalités communes et, à travers ceux-ci, les apprentissages qui seront conduits par les élèves. Le « Cadre d'Orientation Curriculaire » ne détermine pas seulement le contenu et la forme des programmes, mais il précise aussi les modalités de leur mise en œuvre et de l'évaluation des élèves, et plus largement, ce qui est attendu des enseignants et de ceux qui ont pour mission de les former. Tous les enseignants et les autres acteurs du système éducatif sont invités à prendre connaissance de ce document.

La refonte du curriculum haïtien a d'abord porté sur le 3<sup>e</sup> cycle de l'enseignement fondamental dont les programmes sont désormais rénovés. Il s'agit aujourd'hui d'étendre progressivement cette révision aux autres cycles et, en particulier, au secondaire.

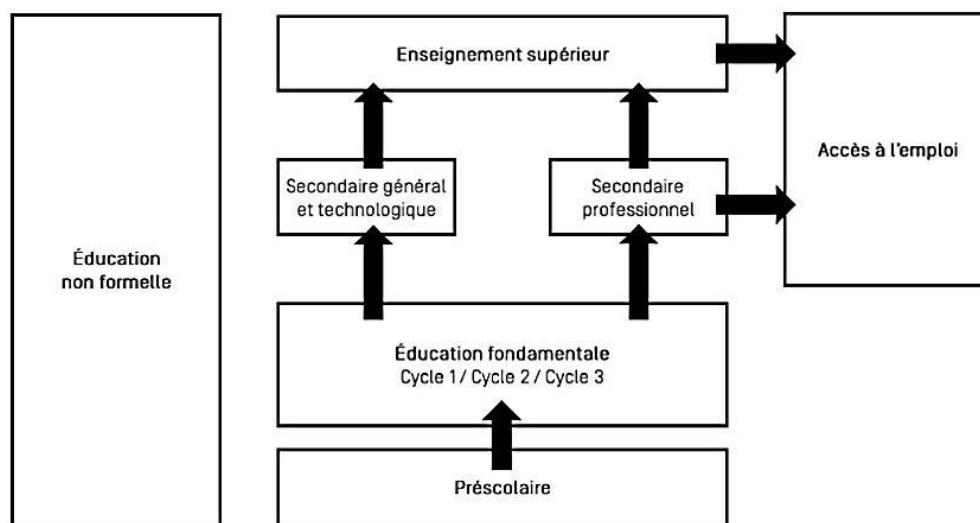
L'enseignement secondaire avait déjà fait l'objet d'une réforme d'ampleur au cours des dernières décennies avec la réorganisation du cursus scolaire et le transfert des 7<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> années dans les écoles fondamentales. Néanmoins, il s'imposait de revoir les programmes du « Nouveau Secondaire » pour les mettre en cohérence avec les nouvelles ambitions de notre système éducatif, prendre en compte l'évolution scientifique et technologique et consolider la continuité avec l'enseignement dispensé dans les écoles fondamentales.

Ces programmes seront complétés par ceux des enseignements spécifiques à la voie technologique au fur et à mesure du développement de cette voie.

# L'enseignement secondaire

## Sa place dans le curriculum haïtien

À la sortie de l'école fondamentale, les élèves accèdent à l'enseignement secondaire en poursuivant leur formation, soit dans la voie générale ou technologique, soit dans la voie professionnelle. L'enseignement secondaire général ou technologique scolarise les élèves sur une durée de quatre ans et les prépare à la poursuite d'études supérieures universitaires ou professionnalisantes. Il est sanctionné par un diplôme, le baccalauréat. Les élèves de la voie générale suivent un tronc commun de deux ans, puis choisissent une série pour les deux dernières années. Les séries proposées aujourd'hui sont : « Mathématiques et physique », « Sciences de la vie et de la Terre », « Sciences économiques et sociales » et « Lettres, langues et arts ». Désormais, la voie technologique est également ouverte et progressivement plusieurs séries seront mises en place avec une option possible dès la 2<sup>e</sup> année. Si l'éducation secondaire permet d'opter pour une « série » privilégiant un domaine particulier, elle se situe dans la continuité de l'éducation fondamentale et poursuit l'acquisition des compétences qui permettent à chacun et à chacune de s'insérer harmonieusement dans la société et de développer toutes ses potentialités.



## Ce qui est attendu des élèves à la sortie du secondaire

Le cadre d'orientation curriculaire décrit très précisément ce qui doit être acquis par les jeunes Haïtiens et par les jeunes Haïtiennes à la fin du secondaire. Il présente les compétences qui leur seront nécessaires pour engager leurs études supérieures ou s'insérer dans le monde professionnel et qui composent le profil de l'élève à la sortie de l'enseignement secondaire (ce qu'on appelle le « profil de sortie »).

Ces compétences sont au nombre de sept :

### Communiquer de manière efficace dans toutes les situations de sa formation, de sa vie sociale et de l'exercice de son métier

- En français et en créole, il peut exprimer sa pensée et développer un raisonnement construit et argumenté, participer à un débat ou faire un exposé. Il peut produire un écrit clair, correct et organisé sur un sujet complexe. Il pratique la lecture d'œuvres littéraires ou philosophiques.
- Il dispose des ressources linguistiques nécessaires pour suivre des enseignements de niveau universitaire ou une formation professionnelle.
- Il adapte son mode de communication et son registre de langue à toutes les situations de la vie professionnelle, familiale, associative ou politique.
- Il peut utiliser l'anglais ou l'espagnol dans la plupart des situations de la vie quotidienne ou pour établir des relations dans un contexte professionnel. Il accède à des informations produites dans ces deux langues. Il est ouvert à la culture des pays voisins anglophones et hispanophones et lit sans difficulté des textes narratifs ou informatifs écrits dans l'une et l'autre.
- Il s'engage dans l'apprentissage d'une autre langue de communication internationale.
- Il communique sans difficulté avec les outils numériques.

### S'approprier les méthodes et outils nécessaires pour penser, apprendre et travailler de manière autonome

- Il utilise les méthodes et outils acquis dans l'ensemble des disciplines pour traiter des problèmes complexes dans des situations nouvelles.
- Il est initié aux démarches scientifiques. Il dispose des outils mathématiques nécessaires pour traiter les données, construire son raisonnement, représenter les faits et les objets, modéliser les solutions, optimiser ses choix ou encore évaluer son action.

- Il dispose des ressources nécessaires pour développer sa réflexion et l'exposer dans un écrit structuré ou dans une intervention orale claire et argumentée.
- Il sait accéder efficacement aux informations dont il a besoin, il sélectionne les plus pertinentes et les plus fiables et les exploite, avec un recul critique, dans toutes ses activités.
- Il maîtrise les principes de l'informatique et de la programmation. Il choisit et utilise efficacement les applications qui lui sont nécessaires. Il prend en compte les exigences d'un usage responsable et sécurisé du numérique et la nécessité de protéger les données personnelles.
- Il est autonome dans son travail personnel. Il gère et programme ses activités.
- Il organise ses notes et sa documentation.

#### **Exercer activement sa citoyenneté en s'appuyant sur une connaissance et une compréhension de la société ouverte au monde et à son histoire**

- Il resitue dans le contexte mondial son approche géographique, politique, économique et historique de la société haïtienne.
- Il est conscient des défis auxquels sont confrontées les sociétés aujourd'hui : la dégradation de l'environnement, les fléaux sanitaires, les trafics de drogue, la violence, le terrorisme. Il les prend en compte dans ses engagements au service de la collectivité et fait preuve de résilience.
- Il comprend la justification et l'enjeu des valeurs cardinales de la société haïtienne : le respect, la solidarité, la tolérance, l'honnêteté et l'équité, ainsi que les principes de l'inclusion. Il les porte et les défend. Il s'oppose à toute forme de discrimination, qu'elle soit fondée sur le genre, l'origine, la culture, la religion, la langue ou le handicap. Il connaît les principes du droit et le fonctionnement des institutions. Il coopère et s'insère efficacement dans le travail collectif. Il peut animer une équipe et conduire un projet collaboratif.
- Il exerce pleinement sa responsabilité de citoyen et contribue au progrès de la démocratie. Il est prêt à assumer une responsabilité familiale et parentale dans le respect de chacun. Il joue un rôle actif dans sa communauté.

#### **Étendre ses connaissances scientifiques et les mettre au service de son engagement pour un développement durable**

- Il relie et exploite les connaissances construites dans chaque discipline pour comprendre, avec une approche scientifique, l'environnement et les enjeux du développement durable.

- Curieux et ouvert aux progrès de la recherche, il se constitue une culture scientifique. Il utilise les outils numériques pour répondre à ses interrogations, explorer des nouveaux champs de connaissance, remettre en cause ses modèles et ses préjugés. Il appuie ses démarches sur les concepts et les modes de raisonnement acquis à travers la réflexion philosophique.
- Il est prêt à s'impliquer dans une activité pour protéger l'environnement et prendre l'initiative de projets en faveur du développement.
- Il a acquis les compétences nécessaires pour participer à la prévention des risques naturels et pour porter les premiers secours.

### **Concevoir, planifier et réaliser un projet innovant**

- Dans tous les champs de son activité d'étudiant ou de citoyen impliqué, il manifeste sa créativité, il propose des solutions innovantes, il s'adapte aux situations nouvelles, il anticipe. Il a l'envie d'entreprendre et est informé des démarches de l'entrepreneuriat.
- Il prend l'initiative de projets individuels et collectifs. Il sait en définir l'objectif, en évaluer la pertinence et la faisabilité, en planifier les étapes, en assurer la réalisation, surmonter les obstacles rencontrés et dresser le bilan de son action.
- Il met en œuvre sa créativité dans des productions artistiques ou littéraires, dans des démarches d'investigation, dans l'utilisation du numérique pour concevoir, programmer ou simuler, dans la construction de sa pensée philosophique, politique ou économique.

### **Affirmer toutes les dimensions de sa personnalité**

- Il conduit une réflexion personnelle sur la vie, sur ses attentes, sur sa place parmi les autres, sur ses responsabilités. Il exprime et justifie ses idées tout en respectant celles des autres. Il se prépare à prendre les décisions qui vont engager son existence et en assumer les conséquences. Il a le souci de développer et d'exploiter pleinement toutes ses potentialités intellectuelles, physiques, relationnelles, artistiques, sociales. Il prend en charge l'équilibre de sa vie quotidienne et décide de l'emploi de son temps libre.
- Il attache de l'importance à sa vie physique et s'investit dans les activités sportives. Il est attentif à son hygiène et à sa santé. Il est engagé dans la prévention des toxicomanies et dans les grandes causes sanitaires.
- Il se construit une culture personnelle ouverte à tous les champs de l'activité humaine. Il pratique la lecture avec plaisir et développe sa connaissance et son expérience des arts en affirmant ses goûts et ses choix esthétiques.

## **Préparer et engager les orientations de sa formation et sa vie professionnelle**

- Il connaît le contexte économique de son pays, les secteurs d’activité à développer et les principes de l’entrepreneuriat. Il situe, dans ce cadre, les métiers qui l’intéressent. Il a vécu une première expérience du monde du travail.
- Il s’informe sur les conditions d’accès à ces métiers, sur les possibilités d’emploi ou de création d’activité et sur le parcours de formation nécessaire.
- Il prend en compte ses aptitudes, ses goûts et ses attentes, mais aussi les contraintes du contexte pour décider de sa voie de formation. Il tire profit de l’expérience acquise dans la série qu’il a choisie en fin de 11<sup>e</sup> année pour confirmer ou modifier ses choix initiaux.

Les programmes sont conçus en fonction de ces compétences qui constitueront la référence de l’évaluation finale du parcours des élèves.

Chaque enseignant doit donc organiser son travail et les apprentissages conduits dans sa discipline en fonction de ces compétences et suivre la progression de chacun de ses élèves dans leur acquisition.

Pour cela, il doit aussi prendre en compte les acquis de ses élèves à l’entrée du secondaire par rapport à ces mêmes compétences. Afin d’aider l’enseignant dans cette démarche, on peut rappeler ce qui est attendu des élèves au terme de l’éducation fondamentale :

### **A. Communiquer avec aisance dans toutes les situations du quotidien et de ses activités d’élève**

- Il dispose de compétences linguistiques en créole, en français ainsi qu’en anglais et/ou en espagnol qui lui permettent de communiquer avec aisance, à l’oral comme à l’écrit, en assumant un multilinguisme fonctionnel. Dans chacune des langues, il comprend les propos de tous ses interlocuteurs et s’exprime de façon claire et bien structurée, y compris sur des sujets complexes, sans hésitation ni confusion. Il rédige et expose sans difficulté, pour informer, raconter, décrire, expliquer et argumenter. Il pratique avec plaisir la lecture et comprend des textes longs à caractère littéraire ou documentaire.
- Il s’adapte aux situations courantes rencontrées dans sa vie personnelle, sociale et scolaire, en choisissant les modes de communication appropriés. En fonction du contexte, il utilise la langue la plus favorable à la compréhension mutuelle. Il écoute et prend en compte le point de vue de ses interlocuteurs. Il a conscience de l’importance de la communication non verbale.
- Il dispose des ressources linguistiques nécessaires pour poursuivre son parcours d’apprentissage dans l’enseignement secondaire général, technologique ou professionnel. Dans toutes les disciplines, il comprend sans effort les consignes et les informations apportées par son enseignant. Il a acquis le vocabulaire spécifique et les structures grammaticales indispensables pour accéder aux méthodes et modes de raisonnement propres à chaque discipline.

- Il a engagé l'apprentissage des deux autres langues de la région, l'anglais et l'espagnol, en s'appuyant sur les acquis construits en français et en créole. Dans chacune des deux langues, il comprend et produit des messages simples en utilisant le vocabulaire courant. Il peut participer à une conversation de la vie quotidienne sur des sujets concrets.
- Il utilise, de manière pertinente, les outils numériques pour communiquer. Il est informé des limites et des règles de leur usage. Il est initié aux principes de l'informatique et du codage.
- 

**B. Utiliser les modes de raisonnement, les méthodes et les outils appropriés pour traiter efficacement les problèmes posés dans la vie courante et dans les situations d'apprentissage auxquelles l'élève est confronté**

- Dans les situations de la vie courante, il sait identifier et formuler un problème, engager une démarche de résolution, mobiliser les ressources nécessaires, concevoir des solutions, les mettre à l'essai, les valider. Il exploite ses ressources linguistiques pour décrire, analyser, expliquer, formuler des hypothèses, argumenter et exposer ses conclusions. Il utilise les outils propres aux mathématiques et aux disciplines scientifiques, entre autres, pour effectuer des calculs, représenter des objets, des faits ou des expériences ou pour modéliser des situations.
- Il réinvestit ces techniques et méthodes dans toutes les disciplines, y compris pour traiter des situations imaginées ou représentées.
- Il planifie et organise son travail personnel. Il se constitue ses propres outils : prise de notes, brouillons, fiches, lexiques, schémas, tableaux. Il les utilise pour s'entraîner, réviser et mémoriser. Il accède à une certaine autonomie.
- Il cherche les informations qui lui sont nécessaires, les sélectionne en faisant preuve d'esprit critique et les exploite dans son activité scolaire et personnelle. Il lit et interprète sans difficulté les cartes, les plans, les schémas, les diagrammes et les tableaux de données.
- Il sait utiliser les applications numériques dans ses activités pour accéder à l'information, produire des textes et des images, regrouper et traiter des données, travailler en coopération avec les autres élèves. Il est initié à l'algorithme.

**C. Se situer dans la société et agir en citoyen responsable**

- Il dispose d'une bonne connaissance du territoire où il vit et de la géographie d'Haïti. Il est en mesure de mettre sa compréhension de la société haïtienne, de son histoire et des défis auxquels celle-ci est confrontée, au service de sa participation active à la vie et au développement de sa communauté et de son pays.
- Il a construit les repères nécessaires pour résituer les réalités haïtiennes dans le contexte régional et mondial.
- Il est initié à tous les aspects de la culture et du patrimoine de son pays tout en s'ouvrant, avec curiosité, au monde extérieur,

notamment, à l'espace régional. Il s'implique dans une pratique culturelle.

- Il connaît et met en œuvre, dans la vie scolaire et dans sa vie personnelle, les valeurs fondamentales de la société haïtienne : le respect, la solidarité, la tolérance, l'honnêteté et l'équité, ainsi que les principes de l'inclusion. Il connaît les principes du droit humain et la justification des règles de vie collective qu'il pratique et défend. Il est attentif aux droits des autres élèves. Il coopère avec eux et établit des relations confiantes et respectueuses.
- Il est prêt à exercer pleinement sa responsabilité de citoyen dans le respect de la démocratie et avec la distance critique nécessaire. Il participe activement à la vie de la communauté.

#### **D. S'impliquer activement dans l'étude de son environnement et dans sa protection**

- Il met en œuvre les principes d'une démarche d'investigation pour explorer et comprendre son environnement. Il observe son milieu de vie, il questionne, formule des hypothèses, expérimente, exploite les résultats, dégage des conclusions et les expose. Il dispose de connaissances sur le corps humain, sur le monde vivant, sur la Terre, sur la structure de l'univers, sur la matière et sur l'énergie. Il les mobilise et les met en relation pour comprendre les principaux problèmes posés par son environnement.
- Il utilise efficacement ses connaissances et le recours à des ressources externes pour adapter ses activités au respect de l'environnement. Il prend conscience de l'impact de l'activité humaine sur celui-ci et l'enjeu d'un comportement responsable. Il est prêt à assumer sa responsabilité vis-à-vis de l'environnement et à contribuer à sa protection.
- Il connaît les risques naturels qui menacent le territoire où il vit. Il est initié à leur prévention. Il sait quel comportement adopter face aux situations graves liées à ces risques et fait preuve de résilience.

#### **E. Concevoir et réaliser un projet en mobilisant sa créativité et son sens de l'innovation**

- Il prend des initiatives, entreprend et met en œuvre des projets. Il en planifie les tâches, en fixe les étapes et évalue les résultats obtenus. Il est aussi en mesure d'assumer une responsabilité dans un projet collectif. Il travaille en équipe et coopère de manière constructive.
- Il met en œuvre sa créativité à travers l'expression artistique ou littéraire, la conception technologique et l'initiation à la recherche scientifique. Il imagine, conçoit et réalise des productions de natures diverses en mobilisant des techniques de création, mais aussi ses connaissances, son imagination et son habileté corporelle.
- Il s'est initié aux activités productives avec l'envie d'entreprendre et d'innover. Il observe avec curiosité les activités humaines qui l'entourent. Il est en mesure de les décrire et de les mettre en relation. Il s'interroge sur le fonctionnement des objets qu'il utilise au quotidien, sur les besoins auxquels ils répondent et sur les modalités de leur production. Il peut concevoir et réaliser certains de ces objets en mettant en œuvre une démarche technologique.

#### **F. Développer harmonieusement toutes les dimensions de sa personnalité**

- Il est conscient de la nécessité d'un bon équilibre de sa vie personnelle et de la nécessité d'exploiter pleinement ses facultés intellectuelles, physiques et affectives, en ayant confiance en sa capacité à progresser. Il dispose des ressources nécessaires pour conduire une réflexion sur ses choix de vie.
- Il est attentif à sa vie physique et il pratique régulièrement un sport. Il s'investit dans les activités sportives. Il a le sens de l'effort et la volonté de progresser dans ses gestes ou ses performances.
- Il a acquis des habitudes d'hygiène et connaît les principes de base d'une bonne santé. Il est conscient des enjeux d'un mode de vie équilibré. Il est informé des risques sanitaires et il adapte son comportement à la prévention des épidémies.
- Il développe sa sensibilité et son sens esthétique à travers la fréquentation des œuvres artistiques et la pratique de la lecture. Il évoque ses sentiments et ses émotions en utilisant un vocabulaire précis et adapté. Il exprime ses goûts et peut les expliquer ou les justifier.
- Il est attentif aux relations humaines et à l'enjeu de cette dimension dans sa vie personnelle.

#### **G. Préparer et engager les orientations de sa formation et sa vie professionnelle**

- Il a découvert les activités professionnelles de son milieu de vie et construit une première représentation du monde du travail. Il est initié à l'entrepreneuriat.
- Il est en mesure de chercher des informations sur les métiers qui peuvent lui être ouverts et sur les conditions de l'accès aux emplois concernés.
- Il est conscient de l'enjeu des choix qu'il devra accomplir et des ressources à mobiliser pour préparer son avenir scolaire et professionnel.
- Il connaît les principes de la gestion financière et les applique dans sa vie personnelle.

La première tâche de l'enseignant de 10<sup>e</sup> année est donc de situer chacun de ses élèves par rapport à ces attentes et de prendre le temps de renforcer ses compétences avant d'engager les apprentissages propres au secondaire.

## ***Une volonté de changement***

Le Cadre d'orientation curriculaire porte une volonté de changement profond de l'école haïtienne et de l'enseignement qui y est dispensé. Les nouveaux programmes du secondaire s'inscrivent pleinement dans cette perspective :

### **Une conception de la classe centrée sur l'élève**

« Ce qui importe, ce n'est pas ce que l'enseignant enseigne, mais ce que l'élève apprend. » Le Cadre d'orientation curriculaire et l'ensemble des réformes récentes expriment la volonté de centrer l'enseignement sur l'élève, sur ce qu'il apprend réellement et sur les progrès qu'il accomplit tout au long de sa scolarité. La finalité de l'école est la réussite de chacun dans son parcours de formation. Le rôle de l'enseignant est d'organiser les situations d'apprentissage en fonction des acquis visés, de fournir les supports, les outils et les aides nécessaires, de susciter l'activité des élèves et de suivre leur progression. Son attention est centrée sur les besoins d'apprentissage de chaque élève : que sait-il déjà ? Qu'a-t-il à apprendre ? Progresse-t-il pendant la séance ? Que puis-je faire pour l'aider ?

L'élève doit être constamment actif. Il doit être mobilisé sur des tâches susceptibles de le faire avancer dans les apprentissages : traiter des problèmes, créer, s'exprimer, analyser, échanger, observer, expérimenter, etc. Si des exposés de l'enseignant restent nécessaires, ils doivent être considérés comme une ressource au service des apprentissages et faire l'objet d'une « écoute active ». Ils ne sont plus l'essentiel de l'enseignement, mais un moment d'une séquence dont l'acteur principal est l'élève. Le rôle de l'enseignant est d'aider l'élève à agir et à apprendre.

### **UNE NOTION ESSENTIELLE : CELLE DE COMPÉTENCE**

Le choix est fait de concevoir les programmes en fonction des compétences que doit acquérir l'élève plutôt que sur les contenus que doit transmettre l'enseignant.

Il faut rappeler qu'une compétence peut être définie comme la capacité à exploiter des connaissances, mais aussi des savoir-faire et des attitudes, pour apporter des réponses efficaces aux problèmes posés dans un ensemble de situations<sup>1</sup>. À travers ce choix, il s'agit d'amener l'élève à être capable d'assumer efficacement toutes les situations auxquelles il sera confronté dans sa vie d'homme ou de femme, dans l'exercice de sa citoyenneté et dans son travail.

La première conséquence est le lien indispensable entre le contenu du programme de chaque discipline avec les grandes compétences que vise l'enseignement secondaire. Les disciplines sont au service du développement de ces compétences et les

---

<sup>1</sup> Dans le Cadre d'orientation curriculaire, une compétence est définie comme « *la capacité à mobiliser et à exploiter des ressources internes telles que les connaissances, les aptitudes et les attitudes, ainsi que des ressources externes afin de répondre efficacement aux problèmes posés dans un ensemble de situations.* »

connaissances ou les savoir-faire que fixent les programmes sont avant tout des ressources qui permettent d'exercer ces compétences avec la plus grande efficacité.

De même, les enseignants doivent désormais confronter leurs élèves à des situations qui leur permettent de progresser dans ces compétences. Cela impose une conception de la classe qui privilégie l'activité des élèves et le lien entre les tâches proposées et la compétence précisément ciblée. Une telle conception induit une autre manière de préparer, de conduire et d'évaluer le travail des élèves.

## UNE EXIGENCE : L'ÉVALUATION

« L'évaluation fait partie intégrante du processus d'apprentissage. Elle est intimement liée au programme d'études et elle est au cœur de sa mise en œuvre »<sup>2</sup>.

L'évaluation a comme premier objectif de vérifier, étape par étape, que chaque élève a accompli les apprentissages définis par les programmes afin, si nécessaire, de remédier aux difficultés rencontrées et de lui permettre d'accéder aux acquis visés. Il n'y a pas d'apprentissage sans évaluation. Quelles que soient la discipline, l'approche ou la méthode utilisée, l'enseignant doit définir clairement ce qui est attendu, s'assurer de son acquisition effective par tous, comprendre, si ce n'est pas le cas, pourquoi certains n'ont pas réussi et les aider à surmonter les obstacles.

L'évaluation est une nécessité tout au long des apprentissages :

- Au début de chaque étape (séquence)<sup>3</sup>, il faut d'une part, se demander où en est l'élève par rapport à l'apprentissage visé, d'autre part, vérifier s'il dispose des connaissances et des savoir-faire nécessaires (les « prérequis »). C'est ce qu'on appelle généralement « l'évaluation diagnostique ». Elle est indispensable pour que l'élève apprenne et progresse.
- Au cours des activités, on doit vérifier la compréhension des consignes et des situations, l'accomplissement effectif des tâches et, surtout, la pertinence et la qualité des réponses apportées aux situations auxquelles chaque élève est confronté. Cette évaluation est « formative » parce qu'elle permet à l'élève comme à l'enseignant de réagir et de surmonter les obstacles et les difficultés rencontrées.
- À la fin de l'étape, il s'agit d'évaluer le résultat : qu'ont appris les élèves ? Ont-ils appris ce qui était prévu ? Ont-ils progressé par rapport aux compétences visées ? Sinon pourquoi ? Ce troisième temps est celui de l'évaluation dite « sommative ». Il permet à la fois de « valider » l'étape que l'élève a franchie, voire de certifier ses acquis, et d'engager les remédiations nécessaires en aidant l'élève à comprendre ses réussites et ses manques et en lui apportant les aides nécessaires.

---

<sup>2</sup>*Cadre d'Orientation curriculaire* (chapitre 2.4).

<sup>3</sup> On peut définir une séquence comme un ensemble cohérent et continu de séances destiné à mettre en œuvre une partie du programme.

Pour que l'apprentissage soit efficace, l'élève lui-même doit être impliqué dans son évaluation : il doit connaître l'objet et l'objectif de la séance (ou de la séquence), savoir ce qu'on attend de lui. Il doit être en mesure d'évaluer ses réponses et ses productions en fonction de critères clairs posés au départ, de situer ses progrès, d'identifier les connaissances et les savoir-faire nouveaux. Il doit aussi pouvoir repérer ses erreurs et en connaître la cause, chercher des solutions et améliorer ses productions. L'évaluation est un levier pour apprendre. Ce n'est pas du temps perdu, mais, au contraire, un moment essentiel du processus d'apprentissage. L'élève qui comprend ce qui est attendu, qui organise son activité et en évalue lui-même les résultats en fonction de cette attente est un élève qui apprend et qui progresse.

Cela conduit inévitablement à redéfinir les modalités actuelles d'évaluation sommative de fin de période. Il faut, en particulier, considérer que les bilans périodiques sont d'abord un moyen de fournir aux élèves des informations sur leurs progrès et sur les points qui doivent faire l'objet d'une attention et de régulations au cours de la période suivante. Plutôt qu'un constat global du « niveau » de l'élève, le bilan de fin de période devrait être conçu comme une évaluation encourageante destinée à aider les élèves à avancer dans leurs apprentissages et à adapter les activités à leurs acquis et à leurs besoins.

Le bilan peut reposer sur les évaluations ponctuelles réalisées à la fin de chaque séquence et/ou sur l'observation continue de situations rencontrées au cours des apprentissages. Pour réaliser ces bilans, il convient que l'élève soit confronté à des situations qui permettent d'apprécier son degré de maîtrise de la (ou des) compétence(s) concernée(s). Dans tous les cas, les situations proposées et les critères choisis pour situer les productions de l'élève, doivent aider à déterminer si l'élève a progressé et s'il réinvestit les connaissances, savoir-faire et comportements acquis au cours de la période dans l'exercice de cette compétence. L'évaluation sommative ne peut se limiter à l'attribution d'une note. Elle doit permettre de positionner l'élève par rapport aux compétences visées (par exemple, à l'aide d'une grille simple) et de préciser les acquis, les progrès réalisés et les difficultés (au moins par une appréciation littérale). Si une note finale est attribuée, elle doit reposer sur des critères clairement explicités pour l'élève et ses parents.

## **DES ATTENTES FORTES**

### *Une éducation inclusive*

L'école haïtienne est une école inclusive, c'est-à-dire une école qui prend en considération la situation, les besoins et les potentialités de chaque enfant sans distinction de sexe, de religion ou de d'appartenance sociale. Elle vise à la réussite de tous y compris de ceux qui sont en situation de handicap, de maladie ou de grande difficulté.

« *Chaque enfant est un potentiel de richesse pour sa communauté et pour la Nation. Il est digne d'être pris en compte aussi bien dans ses forces que dans ses faiblesses. L'inclusion dans l'école ordinaire est un moyen de donner à chacun une juste place dans la société.* »<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Cadre d'Orientation curriculaire (page 11).

Chacun doit pouvoir progresser à son rythme. Les programmes ont été conçus avec cette préoccupation. Il appartient à chaque enseignant d'adapter les situations d'apprentissage, les supports, les progressions et les aides à la diversité des besoins.

### *L'attention portée aux valeurs fondamentales*

Le cadre d'orientation curriculaire accorde une large place aux valeurs fondamentales de la société haïtienne : le respect, la solidarité, la tolérance, l'honnêteté, l'équité, le patriotisme et l'engagement.

L'École a une responsabilité première dans leur transmission. Si l'éducation à la citoyenneté constitue une discipline à part entière fortement impliquée dans l'appropriation des valeurs, il est essentiel que celles-ci soient portées par l'ensemble des disciplines, explicitées et exercées dans le quotidien de la classe et partagées dans tous les aspects de la vie de l'école et de la communauté.

Enfin, si le respect est la première des valeurs cardinales du curriculum haïtien, il est indissociable du principe de la non-violence. Le système éducatif haïtien ne tolère la violence, sous aucune forme que ce soit, et l'enseignement, au quotidien, doit intégrer ce principe fondamental.

### *Le choix du multilinguisme fonctionnel et ouvert*

L'école haïtienne doit permettre à chaque élève de maîtriser les deux langues officielles ainsi qu'au moins l'une des deux langues régionales. Il doit pouvoir utiliser ces langues en s'adaptant à toutes les situations de communication de sa vie. C'est aussi à travers ces langues qu'il construit une culture riche du patrimoine de son pays, tout en restant ouvert sur le monde. Le créole et le français s'enseignent désormais, tout au long de la scolarité, jusqu'à la fin du secondaire. L'anglais et l'espagnol sont enseignés à partir de la 5e année du fondamental, ce qui n'exclut pas leur apprentissage précoce.

L'ambition de l'école haïtienne est d'amener, chacun à parler, comprendre, lire et écrire, avec une égale aisance dans au moins trois langues. Enfin, cette compétence linguistique doit favoriser l'ouverture aux principales langues de la région dès le fondamental, puis à d'autres langues de communication mondiale, au cours du secondaire.

### *L'innovation*

Pour répondre aux défis de l'avenir de notre pays, les programmes accordent une place importante à l'innovation et à la création. Qu'il s'agisse des sciences, des disciplines linguistiques, de la technologie et de l'informatique, du domaine des arts, de l'éducation physique et sportive ou de la découverte de l'environnement, les élèves doivent pouvoir exercer leur créativité et être mis en situation d'imaginer, d'inventer, de concevoir des solutions nouvelles en réponse à des problèmes complexes. Ils doivent être préparés à transférer cette capacité à toutes les situations, imprévisibles aujourd'hui, qu'ils rencontreront dans leur vie future.

La maîtrise des outils numériques et l'apprentissage de l'informatique constituent un axe déterminant des programmes du secondaire. S'ils sont pris en charge par une discipline spécifique, ils traversent l'ensemble des domaines d'apprentissage, et cela pour toutes les séries générales ou technologiques.

### *Lire et mettre en œuvre les programmes*

#### **DES ATTENTES FORTES**

##### *Une éducation inclusive*

L'école haïtienne est une école inclusive, c'est-à-dire une école qui prend en considération la situation, les besoins et les potentialités de chaque enfant sans distinction de sexe, de religion ou de d'appartenance sociale. Elle vise à la réussite de tous y compris de ceux qui sont en situation de handicap, de maladie ou de grande difficulté.

*« Chaque enfant est un potentiel de richesse pour sa communauté et pour la Nation. Il est digne d'être pris en compte aussi bien dans ses forces que dans ses faiblesses. L'inclusion dans l'école ordinaire est un moyen de donner à chacun une juste place dans la société. »<sup>5</sup>*

Chacun doit pouvoir progresser à son rythme. Les programmes ont été conçus avec cette préoccupation. Il appartient à chaque enseignant d'adapter les situations d'apprentissage, les supports, les progressions et les aides à la diversité des besoins.

##### *L'attention portée aux valeurs fondamentales*

Le cadre d'orientation curriculaire accorde une large place aux valeurs fondamentales de la société haïtienne : le respect, la solidarité, la tolérance, l'honnêteté, l'équité, le patriotisme et l'engagement.

L'École a une responsabilité première dans leur transmission. Si l'éducation à la citoyenneté constitue une discipline à part entière fortement impliquée dans l'appropriation des valeurs, il est essentiel que celles-ci soient portées par l'ensemble des disciplines, explicitées et exercées dans le quotidien de la classe et partagées dans tous les aspects de la vie de l'école et de la communauté.

Enfin, si le respect est la première des valeurs cardinales du curriculum haïtien, il est indissociable du principe de la non-violence. Le système éducatif haïtien ne tolère la violence, sous aucune forme que ce soit, et l'enseignement, au quotidien, doit intégrer ce principe fondamental.

---

<sup>5</sup> Cadre d'Orientation curriculaire (page 11).

### *Le choix du multilinguisme fonctionnel et ouvert*

L'école haïtienne doit permettre à chaque élève de maîtriser les deux langues officielles ainsi qu'au moins l'une des deux langues régionales. Il doit pouvoir utiliser ces langues en s'adaptant à toutes les situations de communication de sa vie. C'est aussi à travers ces langues qu'il construit une culture riche du patrimoine de son pays, tout en restant ouvert sur le monde. Le créole et le français s'enseignent désormais, tout au long de la scolarité, jusqu'à la fin du secondaire. L'anglais et l'espagnol sont enseignés à partir de la 5e année du fondamental, ce qui n'exclut pas leur apprentissage précoce.

L'ambition de l'école haïtienne est d'amener, chacun à parler, comprendre, lire et écrire, avec une égale aisance dans au moins trois langues. Enfin, cette compétence linguistique doit favoriser l'ouverture aux principales langues de la région dès le fondamental, puis à d'autres langues de communication mondiale, au cours du secondaire.

### *L'innovation*

Pour répondre aux défis de l'avenir de notre pays, les programmes accordent une place importante à l'innovation et à la création. Qu'il s'agisse des sciences, des disciplines linguistiques, de la technologie et de l'informatique, du domaine des arts, de l'éducation physique et sportive ou de la découverte de l'environnement, les élèves doivent pouvoir exercer leur créativité et être mis en situation d'imaginer, d'inventer, de concevoir des solutions nouvelles en réponse à des problèmes complexes. Ils doivent être préparés à transférer cette capacité à toutes les situations, imprévisibles aujourd'hui, qu'ils rencontreront dans leur vie future.

La maîtrise des outils numériques et l'apprentissage de l'informatique constituent un axe déterminant des programmes du secondaire. S'ils sont pris en charge par une discipline spécifique, ils traversent l'ensemble des domaines d'apprentissage, et cela pour toutes les séries générales ou technologiques.

### *Lire et mettre en œuvre les programmes*

#### **LEUR FONCTION**

Les programmes établissent ce qui doit être acquis par les élèves à chaque étape de leur scolarité.

Ils sont publiés et diffusés dans tout le pays. Si le contexte peut nécessiter des adaptations locales, ils constituent une norme qui s'impose dans toutes les écoles, publiques et non publiques du pays. Les enseignants ont l'obligation de les connaître et de les appliquer. Ils sont une référence commune et officielle pour tous les acteurs, pour les concepteurs de manuels, pour les évaluateurs, pour les cadres de l'éducation et pour les instituts de formation des enseignants.

## **COMMENT SONT CONÇUS LES PROGRAMMES ?**

Le point de départ des programmes est le profil de sortie de l'enseignement secondaire, qui regroupe les compétences que tout élève doit avoir acquises à la fin de la 13<sup>e</sup> année de la scolarité. Le programme de chaque discipline est conçu en fonction de ce profil.

- Il est d'abord précisé pourquoi la discipline est enseignée et comment elle contribue à la maîtrise des compétences attendues.
- En un second temps, sont présentées les compétences spécifiques visées dans la discipline. Pour chacune, sont définis ce qui est attendu de l'élève à la fin du secondaire, la stratégie mise en œuvre pour cela et les modalités d'évaluation.
- Puis, sont détaillées, dans un ensemble de tableaux, les étapes (« unités d'apprentissage ») qui vont permettre à l'élève de progresser dans la maîtrise de ces compétences. Pour chaque étape, sont indiquées les connaissances, aptitudes et attitudes que l'élève doit acquérir, les situations auxquelles il doit être confronté ainsi que les modalités d'évaluation à mettre en place.

La répartition des unités d'apprentissage au cours des quatre années du secondaire et en fonction des séries est présentée dans un tableau.

Les programmes sont élaborés de manière à aider les enseignants à construire et à préparer les activités de leur classe en centrant leur attention sur les apprentissages effectivement accomplis par tous les élèves : quelles sont les compétences que chaque élève doit développer ? Que doit-il apprendre pour cela ? Quelles situations mettre en place ? Comment évaluer sa progression ?

## **LES DOMAINES - LES DISCIPLINES**

Les compétences visées au cours du secondaire sont développées dans le cadre de 14 disciplines ou groupes de disciplines qui concourent à l'éducation de tous les jeunes haïtiens. Elles sont réunies dans cinq grands domaines :

- Les langues et la communication,
- Le développement personnel,
- Les sciences mathématiques et expérimentales,
- Les sciences sociales,
- La technologie et l'informatique.

ÉDUCATION FONDAMENTALE	5 DOMAINES	Langage et communication	Développement personnel et social	Sciences mathématiques et expérimentales		Sciences sociales	Technologie et informatique	
	10 DISCIPLINES (OU GROUPES DE DISCIPLINES)	Créole	Éducation Esthétique artistique	Mathématiques	Sciences expérimentales	Histoire et géographie	ETAP : Éducation à la technologie et aux activités productives	
ÉDUCATION SECONDAIRE	14 DISCIPLINES (OU GROUPES DE DISCIPLINES)	Français	Éducation Physique et Sportive					
		Anglais	Éducation à la citoyenneté					
		Espagnol						
		Créole	Arts	Mathématiques	Physique	Histoire et géographie	Numérique et Informatique	
ÉDUCATION SECONDAIRE	14 DISCIPLINES (OU GROUPES DE DISCIPLINES)	Français	Éducation Physique et Sportive		Chimie			
		Anglais	Philosophie		Biologie Physiologie Géologie	Économie		
		Espagnol	Éducation à la citoyenneté					

Le rapprochement des disciplines d'un même domaine permet de mettre en cohérence le vocabulaire et les notions utilisées, d'harmoniser les progressions et les modalités d'évaluation et de répartir l'apprentissage de certains contenus communs.

## LES PARCOURS - LES HORAIRES

En 1<sup>ère</sup> et 2<sup>e</sup> années, les élèves suivent les mêmes enseignements. Seule, la mise en place d'une option est possible en 2<sup>e</sup> année pour préparer l'orientation choisie à partir de la 3<sup>e</sup> année, en particulier pour les élèves souhaitant s'engager dans la voie technologique.

A partir de la 3<sup>e</sup> année, les enseignements sont organisés en fonction des séries mises en place. Outre les séries technologiques qui feront l'objet de programmes spécifiques, quatre séries générales sont ouvertes aux élèves :

- La série « **Mathématiques et physique** ».
- La série « **Sciences de la vie et de la Terre** ».
- La série « **Sciences économiques et sociales** ».
- La série « **Lettres, langues et arts** ».

Les séries ne constituent pas des filières fermées contraignant l'élève à une orientation précoce. Si elles contribuent à préparer ses choix à venir, elles doivent lui laisser un large champ de possibilités et ménager des passerelles à la fin de la 3<sup>e</sup> année. De même, toutes les séries ont la même finalité : permettre à tous les élèves de développer toutes les compétences composant le profil de sortie.

L'horaire total est de 30 heures par semaine pour tous les élèves du secondaire à l'exception de la 4<sup>e</sup> année de la série « Lettres, langues et arts ». La répartition des horaires officiels est précisée dans le tableau ci-dessous.

REPARTITION HORAIRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRES	1 <sup>ère</sup> et 2 <sup>e</sup> années	3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> années (S3 et S4)							
		MP		SVT		SES		LET/LA/AR	
		S3	S4	S3	S4	S3	S4	S3	S4
Français/Philosophie	4	3	4	4	4	5	4	5	6
Créole	3	2	2	2	2	2	2	3	3
Anglais	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Espagnol								2	3
Histoire/géographie	3	2	2	2	2	3	3	3	3
Éducation à la citoyenneté	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sciences économiques et sociales	1	1	-	1	-	6	6	2	2
Mathématiques	5	7	8	5	6	5	5	2	2
Physique	2	4	4	3	2	3	3	3	3
Chimie	2	1	1	2	3				
Physiologie/Biologie, géologie	3	3	2	5	5				
Informatique	2	3	3	2	3	2	3	2	2
Éducation physique et sportive	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Arts	1							4	6
Horaire total	30	30	30	30	31	30	30	30	35

## **METTRE EN ŒUVRE LES PROGRAMMES**

Chaque enseignant doit lire l'intégralité des programmes de sa discipline sans se limiter au niveau où il exerce. Les programmes forment un tout et on ne peut isoler une étape d'un parcours d'apprentissage continu et cohérent. De même, il est souhaitable qu'il prenne connaissance des programmes des autres disciplines pour coopérer efficacement avec les autres enseignants.

Il s'agit d'abord de lire les programmes de manière à pouvoir répondre clairement à cinq questions :

- Quelle est l'utilité de la discipline au service de ce qui est attendu des élèves à la sortie de l'enseignement fondamental ?
- Quelles sont les compétences que tous les élèves doivent maîtriser à la fin du secondaire ?
- Pour chaque compétence, qu'est-ce qui est attendu précisément et que doit-on faire pour cela ? Quelle stratégie mettre en place ?
- Comment évaluer que chaque élève progresse dans la maîtrise de ces compétences ?
- Quelles sont les étapes fixées par le programme ? Quels sont les connaissances, les savoir-faire et les attitudes que l'élève doit acquérir à chaque étape et dont il faut vérifier l'acquisition ?

C'est à partir des réponses à ces questions que l'enseignant va construire et préparer son travail, en planifiant la réalisation de la progression proposée en une succession de séquences<sup>6</sup>, en fixant précisément les résultats attendus de chaque séquence, en déterminant les modalités de leur évaluation et en prévoyant les situations à mettre en place et les supports nécessaires.

Ces programmes imposent une conception de la classe centrée sur l'élève.

- L'élève est le premier responsable de ses apprentissages : il doit savoir clairement ce qu'il apprend, pourquoi il l'apprend et ce dont il a besoin pour cela. Il réussira d'autant mieux qu'il comprendra ce qu'on attend de lui et le sens de son activité. Il doit être en mesure d'évaluer ses connaissances et ses savoir-faire, de suivre ses progrès ou encore d'identifier les difficultés rencontrées pour mieux les surmonter. Cela impose à l'enseignant de mettre les élèves en situation pour qu'ils assument effectivement la responsabilité de leurs apprentissages, de leur expliquer ce qui justifie l'activité et ce qu'on attend de leur travail ou encore de leur donner les moyens d'évaluer par eux-mêmes la qualité et l'efficacité de ce travail.
- Aucun élève ne doit être en échec : la mise en œuvre d'un enseignement centré sur l'élève conduit à adapter les interventions de l'enseignant, donc à différencier les activités, les rythmes d'apprentissage, les aides et les compléments apportés en fonction des situations et des besoins spécifiques des élèves. L'évaluation joue, sur ce point, un rôle essentiel. Elle permet de s'assurer de la progression de chacun et d'adapter, au jour le jour, les parcours d'apprentissage.

---

<sup>6</sup> On rappellera qu'une séquence est un ensemble cohérent et continu de séances destiné à mettre en œuvre une partie du programme.

## **LA NÉCESSITÉ D'UNE COOPÉRATION ENTRE ENSEIGNANTS**

Toutes les disciplines contribuent au développement des grandes compétences qui composent le profil de sortie. De plus, certaines d'entre elles, tels que les mathématiques, fournissent des outils aux autres. Les programmes prennent en compte cette nécessaire articulation entre les disciplines. Ils proposent une répartition cohérente des contenus, ils soulignent les complémentarités entre les parcours d'apprentissage et s'attachent à harmoniser le vocabulaire utilisé, les choix pédagogiques et les modalités d'évaluation.

La mise en œuvre des programmes impose la concertation et le travail commun des enseignants.

Ils ont d'abord à s'informer mutuellement de leurs progressions, des situations mises en place, des méthodes choisies, des obstacles rencontrés et des difficultés repérées. Ils ont surtout à articuler leurs contributions au service des mêmes compétences, à faire converger leurs démarches, à se répartir certains contenus et à s'entendre sur les notions et les mots utilisés. Chaque enseignant doit pouvoir solliciter un collègue d'une autre discipline pour expliciter un concept, proposer un outil, aborder une connaissance, renforcer un savoir-faire.

Ils peuvent aussi construire ensemble certaines séquences et se concerter pour travailler parallèlement autour d'un même thème ou à partir d'une même situation. Par exemple, l'environnement, la culture locale, la communication numérique ou la réaction aux crises sanitaires imposent la collaboration de plusieurs enseignants (voire de toute l'équipe pédagogique).

Enfin, il est prioritaire de coordonner l'évaluation des compétences développées par les élèves en référence au profil de sortie du secondaire. Une réunion est indispensable dès le début de l'année pour organiser et planifier les modalités d'évaluation, puis à chaque fin de période pour évaluer la progression de chaque élève, pour prévoir les apprentissages à consolider et les aides à lui apporter.

Les situations d'apprentissage et l'application des programmes ne sont pas limitées à l'espace et au temps de la classe. Les compétences attendues s'exercent à travers toutes les activités et tous les moments de la vie de l'école. La citoyenneté, la protection de l'environnement, la communication, la prévention des risques ou encore l'éducation physique et la pratique sportive impliquent, au quotidien, toute la communauté scolaire.

Le directeur et tous les enseignants doivent s'impliquer pour faire de l'établissement scolaire un espace éducatif et aider chaque élève à progresser à travers la vie collective. Son comportement et son implication doivent être encouragés et évalués. La plupart des « savoir-être » attendus de l'élève ne peuvent être considérés comme acquis que s'ils sont mis en œuvre dans la cour de récréation et aux portes de l'école.

De même la participation à la vie communautaire ou associative doit être suscitée et valorisée. Les situations qu'elle favorise peuvent être exploitées en classe et asseoir les apprentissages.

# ■ Physique

## *La discipline*

La physique, comme la chimie, la biologie et la géologie est l'une des sciences de la nature qui cherchent à observer, à comprendre, à modéliser, à expliciter et à prévoir le monde qui nous entoure : sa nature, ses propriétés, ses transformations et son évolution. Dite « expérimentale » et « formelle », elle s'appuie sur l'expérience et sur la modélisation, qu'elle articule le plus souvent à l'aide du langage mathématique, dans le cadre de démarches objectivées par les faits et appuyées par des cheminements intellectuels logico-mathématiques.

Elle s'organise essentiellement autour des quatre grands concepts organisateurs *structurels* que sont : l'espace, le temps, l'énergie et la matière, liés entre eux par les quatre concepts organisateurs *fonctionnels* que sont l'organisation, les interactions, les transformations et l'évolution. Suffisants pour décrire la majorité des phénomènes au premier niveau, ils peuvent toutefois être avantageusement complétés par des concepts organisateurs fonctionnels complémentaires tels que les cycles, la régulation, la fonction et l'information. Ces derniers permettent notamment de décrire les propriétés émergentes du vivant, bien qu'il s'agisse d'un état particulier de la matière, soumis aux mêmes lois que la matière inerte.

En termes d'objets d'étude, le domaine de la physique s'étend de l'infiniment petit (où elle côtoie chimie et biologie) à l'infiniment grand (ou elle côtoie un moment la géologie avant de s'en séparer). La physique conserve en effet la prééminence au-delà de l'enveloppe planétaire, même si chimie et biologie sont susceptibles d'éclairer l'étude des phénomènes et objets extraterrestres (on parle alors d'exochimie et d'exobiologie).

Partant de l'observation, de la description, de l'analyse, de la formalisation et de la modélisation des phénomènes naturels de l'univers et des lois qui régissent ces phénomènes, la physique, comme les autres sciences expérimentales, produit des connaissances et des objets technologiques qui permettent en retour d'agir sur le monde naturel ou artificiel, vivant ou non vivant.

Ce faisant, elles le transforment en visant le progrès humain et en permettant de fait de résoudre des problèmes cruciaux dans des domaines tels que les matériaux, l'énergie, l'alimentation, la santé, les transports, les télécommunications, l'exploration spatiale, etc.

Elle a ainsi permis le développement humain de nombreuses populations au cours des âges, améliorant leur confort et leur espérance de vie dans des proportions inédites dans l'histoire de l'humanité.

Les sciences expérimentales ne sont pour autant pas « bonnes » par nature ; non seulement elles peuvent faire l'objet d'usage malveillants tels que la production d'armes, de poisons ou de drogues, mais leur exploitation conduit inévitablement à des accidents et des catastrophes (chimiques, nucléaires...).

Outre ces usages malveillants, le progrès scientifique crée lui-même des problèmes nouveaux au fur et à mesure qu'il en résout d'autres. C'est par exemple au développement des sciences et des techniques et à leur alliance avec un système économique libéral et mondialisé que l'on doit les multiples crises sociales et environnementales auxquelles l'humanité doit et devra faire face au 21<sup>e</sup> siècle : crise climatique, érosion de la biodiversité, pollution des sols, de l'air et des océans, surexploitation des ressources naturelles, rareté de l'eau, etc. C'est encore aux avantages qu'elles confèrent aux sociétés qui en disposent que l'on doit la disparition de nombreux peuples au cours de l'histoire, peuples qui n'en disposaient pas eux-mêmes, conduisant à une autre forme d'érosion : celle de la diversité humaine et culturelle.

Aujourd'hui, et pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, l'impact de la présence humaine sur la Terre induit des changements majeurs des conditions environnementales : nous sommes entrés dans l'ère de l'Anthropocène, où c'est le développement lui-même qui menace notre avenir. Mais les sciences expérimentales ne sont pas non plus pour autant « mauvaises » par nature ! Car en tant que source de progrès et de compréhension du monde, elles sont susceptibles de permettre à l'humanité de se forger un avenir débarrassé de ce qui le menace, comme on a pu le voir avec l'abandon au niveau mondial des CFC<sup>1</sup> destructeurs de la couche d'ozone et leur substitution par des gaz aérosols moins nocifs pour la stratosphère. Ce sont bien les climatologues qui permettent de prévoir les changements climatiques et c'est bien la science qui permet de concevoir les mesures à adopter pour espérer le limiter.

L'exercice des sciences expérimentales engage ainsi la responsabilité de leurs acteurs et actrices, autant que de ceux et celles qui exploitent leurs découvertes. C'est pourquoi les présents programmes insistent sur la responsabilisation citoyenne, éthique et environnementale des élèves haïtiennes et haïtiens, futurs citoyennes et citoyens du monde.

Plus spécifiquement, nous indiquons ci-dessous quelques caractéristiques de la physique en tant que l'une des sciences expérimentales.

---

<sup>1</sup> CFC : chlorofluorocarbures.

La **physique** est une science fondamentale de la nature, formelle et expérimentale, qui tente d'expliquer et de mesurer tout ce que l'on voit ou perçoit.

- Elle étudie le monde qui nous entoure sous toutes ses formes, les phénomènes naturels qui s'y déroulent, les lois de sa variation et de son évolution.
- Elle s'intéresse aux forces, à l'énergie, au temps, aux constituants les plus petits de la matière comme à ses compositions les plus grandes.
- Elle essaie de comprendre et d'expliquer les phénomènes naturels de l'univers en établissant des théories qui permettent de les modéliser et, de fait, de les prévoir.
- Elle permet la production efficace d'énergie, le développement de technologies informatiques, d'instruments d'analyse médicaux, de technologies de communication, la conception d'édifices et d'ouvrages d'art ou encore le développement de moyens de transport toujours plus performants.

### *Sa contribution au profil de sortie- sa relation aux autres disciplines : l'interdisciplinarité*

#### Lien au profil de sortie

Le profil de sortie de l'enseignement secondaire est organisé autour de 7 grandes compétences ; celles-ci concernent la physique de manières très différentes. De ce point de vue, on peut les regrouper en deux catégories.

#### *1. Compétences au cœur de l'enseignement de l'enseignement de la physique*

##### *B. S'approprier les méthodes et outils nécessaires pour penser, apprendre et travailler de manière autonome*

Cette compétence constitue le cœur de l'enseignement de la physique en termes de démarche et toutes ses composantes sont concernées. Dans la définition des compétences spécifiques à la discipline, elles se traduiront notamment par deux compétences principales : une première compétence méthodologique relative à la démarche expérimentale (composantes 1b, 1c) et une seconde théorique relative à la formalisation des observations (composantes 2a, 2b, 2c)). Elle nourrira également la compétence 3, notamment en termes de posture intellectuelle et citoyenne, ou encore d'esprit critique (composante 3a).

##### *C. Exercer activement sa citoyenneté en s'appuyant sur une connaissance et une compréhension de la société ouverte au monde et à son histoire*

En développant une meilleure compréhension du monde naturel et artificiel, ainsi que de l'environnement proche, la physique contribue (bien que moins spécifiquement que pour les deux compétences précédentes) au développement de cette compétence. Dans la définition des compétences spécifiques à la discipline, cela se traduira par un renforcement de la compétence 3 (composantes 3a, 3b, 3c). Dans une moindre mesure, la rigueur scientifique développée dans la compétence 1 contribuera également au développement de valeurs telles que le respect, la tolérance et l'honnêteté intellectuelle.

#### ***D. Étendre ses connaissances scientifiques et les mettre au service de son engagement pour un développement durable***

Cette compétence constitue l'un des objectifs majeurs de l'enseignement de la physique, en termes d'engagement professionnel et citoyen cette fois, et toutes ses composantes sont concernées. Dans la définition des compétences spécifiques à la discipline, elles se traduiront par un renforcement de la compétence 1 (composantes 1a, 1b, 1c, 1d) et par la définition de la compétence 3 (composantes 3a, 3b, 3c).

#### ***E. Concevoir, planifier et réaliser un projet innovant***

La chimie est particulièrement propice au développement de cette compétence, qui peut être développée par le biais de projets techniques ou réflexifs, éventuellement en lien avec les communautés extérieures à l'école. Dans la définition des compétences spécifiques à la discipline, cela se traduira par le renforcement de la compétence 3 (composantes 3c, 3d), appuyant en outre plusieurs composantes de la compétence 1 (composantes 1b, 1c, 1d).

## ***2. Compétences abordées par l'enseignement de la physique***

#### ***A. Communiquer de manière efficace dans toutes les situations de sa formation, de sa vie sociale et de l'exercice de son métier***

La démarche scientifique impliquant la nécessité de structurer ses idées et de les exprimer, notamment sous la forme d'hypothèses qui seront ensuite débattues dans le respect de l'autre, la physique contribue également (bien que de manière non spécifique) à cette compétence. Dans la définition des compétences spécifiques à la discipline, cela conduira au renforcement des compétences 1 et 3 (composantes 1b, 3b).

#### ***F. Affirmer toutes les dimensions de sa personnalité***

Aucune discipline ne peut se prévaloir de développer spécifiquement cette compétence, mais aucune n'en est exclue non plus. Dans la définition des compétences spécifiques à la discipline, cette compétence se traduit ainsi par un renforcement de

l'ensemble des compétences, et en particulier de la compétence 3 (composantes 3a, 3b).

#### ***G. Préparer et engager les orientations de sa formation et sa vie professionnelle***

L'enseignement de la physique constitue à la fois un moyen d'initier aux métiers scientifiques et techniques, et une voie d'accès à ces métiers. Par le biais de projets, il est possible de mettre l'élève en lien avec la communauté professionnelle correspondante. La discipline contribuera donc à son orientation, ce qui, dans la définition des compétences spécifiques à la discipline, se traduira notamment par le renforcement de la compétence 3 (composante 3d).

L'ensemble de ces considérations conduit au profil de compétences développé ci-dessous, organisé en 3 compétences principales comportant chacune 3 ou 4 composantes. Ces dernières précisent ce qu'il convient d'entendre par ces compétences générales et préparent la définition ultérieure des objectifs pédagogiques.

### **Interdisciplinarité**

#### *Au sein du domaine*

Dans l'ancienne classification d'Auguste Comte, les sciences étaient hiérarchisées : les mathématiques en haut de l'échelle, au-dessus des sciences physiques qui en tiraient leur formalisation et qui se trouvaient elles-mêmes au-dessus des sciences de la vie à qui elles fournissaient des théories, des concepts et des instruments et avec lesquels elles partageaient maints terrains d'expérimentation. Selon cette classification, le degré de formalisation des disciplines augmentait ainsi de la biologie aux mathématiques en passant par la géologie, la chimie et la physique.

On voit les choses autrement aujourd'hui : la complexité des systèmes étudiés croît en sens inverse, faisant apparaître des propriétés émergentes qui n'existent pas au niveau précédent. Ainsi la compréhension par la chimie des propriétés de la matière n'est-elle pas suffisante pour décrire le vivant. C'est ce qui explique que la biologie emprunte à toutes les disciplines à la fois, alors que la physique n'a presque besoin que des mathématiques.

La science a elle-même bien changé depuis Auguste Comte. Dans la réalité des sciences du 21<sup>e</sup> siècle, on parle volontiers de biochimie, de physicochimie, de géophysique, voire de biophysique. Autant de rapprochements qui transcendent les anciens clivages disciplinaires. La raison tient au fait que grâce à leurs progrès respectifs, ces disciplines ont pu progressivement tenter de comprendre des systèmes de plus en plus complexes, pour lesquels elles n'étaient plus compétentes seules : comprendre les océans, c'est maîtriser les courants marins, la composition chimique de l'eau de mer, les échanges d'énergie avec l'atmosphère, le rôle du plancton dans la régulation de la teneur en dioxyde de carbone, les risques, les facteurs et les degrés de pollution de l'eau de mer, le

tout à grands renforts de modélisations informatiques... autant de domaines qui n'appartiennent plus à une seule discipline.

Alors certes, physique et chimie font toutes deux un très large usage des concepts et des relations mathématiques, qui leur permettent d'élaborer des modèles théoriques calculatoires. Certes, lorsque la biologie produit et étudie les concepts de vivant et de biosphère, lorsque la géologie s'intéresse à la structure, à la composition et à l'évolution de la planète (et des exoplanètes), elles empruntent à la physique et à la chimie les concepts et théories dont elles ont besoin. Mais au-delà des emprunts théoriques, ces quatre disciplines se partagent la surface des sols, les océans, les rivières et l'atmosphère, de la Terre et des exoplanètes, bien qu'avec des perspectives et des finalités différentes. Et sans les mathématiques, elles n'ont aucun moyen de les modéliser, de les quantifier, de prédire leurs comportements.

Du fait de l'existence de ces terrains communs entre les sciences de la vie et de la Terre (SVT) et les sciences physiques, c'est sur le plan de l'éducation à l'environnement qu'elles se croiseront le plus souvent. Avec les mathématiques, les croisements se feront naturellement lorsqu'elles auront besoin de recourir à des formalismes, à des approches calculatoires et à des outils d'analyse statistique, les mathématiques étant susceptibles de leur côté de leur emprunter des situations réelles destinées à introduire des notions spécifiques.

### *Quelques principes de la didactique de la discipline dans le secondaire*

La didactique de la physique comme sciences expérimentales au secondaire se décline selon divers principes dont les principaux sont les suivants :

1. Les apprenants apprennent sur la base de leurs connaissances déjà acquises, qui peuvent parfois faire obstacle aux apprentissages ultérieurs ; il convient donc d'en tenir compte dans la planification et la réalisation des activités pédagogiques.
2. L'enseignement ne se limite pas à la transmission de connaissances car il vise le développement de compétences. Il se base sur des objectifs d'apprentissage bien définis.
3. La démarche expérimentale doit être privilégiée autant que faire se peut dans la perspective de mettre en relation théorie et pratique, abstraction et réalité observable.
4. En physique au niveau secondaire, le niveau de formalisation des connaissances s'associe avec les approches qualitatives, pour permettre aux élèves d'appréhender des champs de connaissances diversifiés en s'appuyant sur leur bagage mathématique.

5. L'évaluation, quant à elle, cherchera à allier une pratique de l'évaluation « indicative », c'est-à-dire diagnostique et formative qui vise à favoriser l'efficacité des apprentissages, à une approche de l'évaluation « sommative » qui soit à la fois continue et terminale (certificative).

### *L'élève au centre*

En premier lieu, les finalités de l'enseignement des sciences expérimentales évoquées plus haut nécessitent de mettre l'élève au centre de ses apprentissages et de penser toute activité pédagogique comme un moyen de lui faire vivre une expérience d'apprentissage et non de simplement l'exposer aux contenus détenus par l'enseignant en espérant qu'il en retienne quelque chose. Dans cette perspective, il peut être utile de rappeler qu'enseigner ne consiste pas à « donner son cours » mais à « faire apprendre » les élèves. Le métier de l'enseignant n'est ainsi pas tant de maîtriser sa discipline et de savoir la restituer (ce qui n'empêche pas que cela soit attendu de lui) que d'être en mesure de concevoir un environnement didactique et un accompagnement individualisé permettant à chaque élève de progresser et de dépasser ses difficultés.

Dans le même ordre d'idée, il est probablement inutile de rappeler que tout enseignement moderne s'appuie sur une conception socioconstructiviste de l'apprentissage qui, loin de considérer l'élève comme un récipient à remplir ou comme un disque dur sur lequel graver des données, le pense comme un individu doté d'expériences préalables, de savoirs plus ou moins stabilisés, plus ou moins conformes aux connaissances scolaires et, surtout, de préconceptions qui constituent à la fois des aides et des obstacles à l'apprentissage. Des préconceptions qu'il faudra parfois déconstruire pour les reconstruire : un double travail donc pour l'enseignant.

Ceci ne signifie pas, bien entendu, que l'enseignement doive exclure d'embrée les formes pédagogiques « transmissives » où l'enseignant explique et les élèves écoutent, tentent de comprendre, de mémoriser et d'appliquer. Mais ces séquences *ex cathedra* doivent être pensées *pour* et *en fonction* des élèves et de leurs besoins, au regard de leurs connaissances du moment et des obstacles cognitifs qui se présentent à eux. En d'autres termes, si les pédagogies (*ce que fait l'enseignant*) n'ont pas besoin d'être systématiquement d'inspiration constructiviste, la conception de l'apprentissage (*ce que cela est sensé faire sur les élèves*) se doit de l'être. C'est ce qui justifie notamment que les présents programmes soient présentés sous la forme d'unités d'apprentissage et pas sous la forme d'unités d'enseignement.

### *Un enseignement « par compétences »*

La didactique de la physique préconisée pour le secondaire et adoptée dans les présents programmes est par ailleurs inspirée de

l'approche dite « par compétences ». En termes d'activités, cela suppose de construire chez des élèves des « savoir-agir complexes » et non des connaissances livresques, c'est-à-dire de bâtir en eux des capacités réelles qu'ils et elles seront en mesure d'exercer dans leurs sphères privées, sociales et professionnelles. Le choix de cette approche a deux conséquences majeures.

En termes de contenus, pour commencer, on s'efforcera de toujours donner un sens aux apprentissages proposés, ce qui implique de s'écartier du modèle de « l'école utérus » dont le rôle, comme c'est le cas du milieu biologique et nutritif dans lequel baigne le fœtus, est pensé comme la nécessité de transmettre à l'élève des « nutriments cognitifs » en prévision de sa sortie dans la « vraie » vie. Au risque de tomber dans une logique pédagogique un peu trop utilitariste, il est tout de même nécessaire de se rappeler qu'au secondaire, les élèves ne vivent pas à l'extérieur de la « vraie » vie, qu'ils sont déjà exposés à de multiples situations complexes à gérer et que nombre d'entre eux, hélas, ne pourront compter que sur ces années d'enseignement de l'école classique pour mettre en œuvre tout le long de leur vie ce qu'ils y auront appris après avoir quitté l'école.

En termes d'état d'esprit, ensuite, cet enseignement par compétences suppose de construire chez l'élève, en même temps que des compétences, sa confiance dans sa capacité à les mettre en œuvre. Ce que les anglo-saxons nomment « empowerment », nous pourrions l'appeler « pouvoir de penser et d'agir ». Il ne s'agit pas là d'entretenir leurs compétences entrepreneuriales, même si cela pourrait y contribuer. Ce qui est en jeu, c'est leur confiance en eux, en leur capacité à penser, à agir, à prendre des décisions... et à apprendre. Aucun élève n'apprend mieux lorsqu'on blâme ses insuffisances que lorsqu'on valorise ses progrès. En termes de posture enseignante, cela se traduit par le fait de « pousser » ses élèves devant soi, tel un guide qui resterait en queue de cordée, plutôt que de les « tirer » vers soi, comme un guide qui les appellerait, depuis le sommet, vers un horizon qu'ils savent inatteignable. L'enseignant est celui qui encourage, valorise, récompense chaque progrès, non sans montrer le chemin qu'il reste à parcourir.

### *La « démarche expérimentale »*

Le propos des sciences est d'établir un principe de rationalité dans la confrontation des idées et des théories avec les faits observables dans le monde environnant. La culture scientifique peut dès lors se définir comme le fait de savoir identifier, sur la base de connaissances scientifiques, des questions et en tirer des conclusions fondées sur des faits, en vue d'appréhender et d'interpréter la réalité. Cette compréhension vise à prédire des effets à partir de causes identifiées. Entre autres, elle permet de repérer les changements du monde naturel dus à l'activité humaine et à prendre des décisions à ce propos.

C'est dans cette perspective que ces programmes ont été pensés, proposant des enseignements scientifiques non pas fondés sur la transmission de connaissances établies par d'autres, en d'autres temps, mais nourries par l'expérience propre de la matière et de la

nature, l'expérimentation, la confrontation aux choses, l'édification progressive d'une intuition des phénomènes. Ceci passe nécessairement par une démarche expérimentale, dans les deux sens du terme : une confrontation à l'expérience d'une part, une démarche d'exploration, d'interrogation et d'investigation d'autre part. Cela impliquera de toujours mettre en relation, dès que possible, théorie et expérience dans le parcours d'apprentissage des élèves.

### ***Une approche « phénoménologique »***

Comme nous l'avons vu plus haut, la physique est une science formalisée et c'est ce qui constitue l'une de ses principales forces. Cependant, même lorsqu'il faut invoquer bien souvent les formules, il reste important autant que possible de se pencher sur les interprétations qualitatives pour décrire la nature. Jusqu'à se risquer à parler imprudemment des « lois de la nature », confondant les comportements cohérents de l'univers avec la manière dont l'approche scientifique a permis de les expliciter, à grands renforts de simplifications, d'approximations et de définition de domaines de validité.

Citons ainsi le philosophe Alexandre Koyré, dans *L'explication du réel par l'impossible* (1961) : « Les lois scientifiques sont peut-être « vraies » mais elles décrivent bien peu souvent la réalité observable ». Ou encore le physicien Jean-Marc Levy-Leblond dans *Science, culture et public : faux problèmes et vraies questions* (2003) : « La science ne produit pas des vérités absolues et universelles ; bien plutôt, elle fournit des énoncés conditionnels, et sa force vient précisément de sa capacité à définir leurs conditions de validité ». Ou même Victor Hugo dans l'introduction de son *Shakespeare* : « La science est l'asymptote de la vérité ».

Toutefois, ce double arsenal de formalismes et de maîtrise des cadres au sein desquels ils peuvent être employés alourdit énormément le travail de l'élève dans sa quête d'une compréhension du monde. Pour les moins à l'aise en mathématiques, l'approche formelle des phénomènes en complexifie l'appréhension, parfois jusqu'au décrochage. Mais cette même approche formelle masque également parfois leur véritable sens : tel élève qui sait appliquer le principe fondamental de la dynamique en comprend-il le sens profond ? Telle élève qui sait réciter le principe d'Archimède ressent-elle au fond d'elle-même ce qui en est la cause ?

Bien sûr, il n'est pas question de négliger l'approche formalisée de la physique ; elle constitue même l'une des trois compétences fondamentales qui guident les présents programmes. Mais à la fois pour permettre leur appréhension par les élèves les moins aguerris en mathématiques et pour entretenir le sens physique des autres, il nous a semblé important de l'accompagner d'une approche parallèle plus « phénoménologique », c'est-à-dire basée sur l'observation et l'articulation entre eux des phénomènes. Il s'agit ni plus ni moins de revenir, comme le propose le philosophe inventeur de la phénoménologie Husserl, de construire l'essence des choses en même temps qu'on les formalise.

Autre avantage pour le secondaire : permettre d'aborder des notions de sciences très complexes lorsqu'on doit en manipuler les concepts mathématiques mais tout à fait accessibles lorsqu'on les décrit phénoménologiquement. De quoi à la fois harmoniser les esprits des élèves à la formalisation et à la compréhension des phénomènes étudiés.

### ***Des modalités d'évaluation adaptées***

Les principes pédagogiques qui précèdent ont nécessairement des impacts sur les modalités d'évaluation des apprentissages. Il s'agit en effet de passer d'une évaluation exclusivement sommative (servant à sanctionner ou à certifier le degré de maîtrise des apprentissages des élèves et conduisant à leur notation globale) à une évaluation multiforme et multifonction, référée aux compétences visées, étroitement reliée au processus d'apprentissage et impliquant l'élève lui-même.

Cela suppose d'en diversifier les formes et les objectifs ; les modalités d'évaluation doivent ainsi comprendre à la fois 1/ l'évaluation *initiale*, qui permet à l'enseignant de faire le point sur la maîtrise des prérequis par les élèves, 2/ l'évaluation *tout au long de l'apprentissage* qui permet aux élèves de s'autoévaluer et de diriger leurs efforts, 3/ l'évaluation *à la fin de chaque étape* qui permet de valider les acquis des élèves et de dresser le bilan de leur progression et 4/ l'évaluation *de fin d'année ou de cycle* qui permet de décider de l'orientation future de l'élève.

- La première est « diagnostique » : elle permet à l'enseignant de s'assurer de la maîtrise des prérequis par les élèves, de leur degré préalable de développement des compétences attendues en fin de parcours et, éventuellement, d'identifier les obstacles aux apprentissages visés.
- La seconde est « formative » et « réflexive » : elle porte l'attention de l'élève et de l'enseignant sur des moments particuliers, essentiellement liés aux savoirs, savoir-faire et savoir-être visés dans les séquences pédagogiques. Elle leur permet également suivre la progression de l'élève dans le développement des compétences concernées.
- La troisième est « sommative » : elle permet de dresser le bilan, d'une part, des acquis de formation en lien avec chacune des unités d'apprentissage, d'autre part, de la progression de l'élève dans le développement des compétences et de valider chaque étape du parcours d'apprentissage.
- Elle peut déboucher sur une quatrième évaluation qui est cette fois « certificative » : elle peut évaluer tant des connaissances que des compétences acquises et vient clôturer un cycle d'apprentissage. En ce sens, c'est la seule qui ne permet pas l'élève de s'améliorer au sens où elle sanctionne définitivement l'atteinte d'un niveau particulier.

L'évaluation, en physique, cherchera ainsi à allier une pratique de l'évaluation « indicative », c'est-à-dire diagnostique et formative qui vise à favoriser l'efficacité des apprentissages, à une approche de l'évaluation « sommative » qui soit à la fois continue et terminale (et donc « certificative »). Ces différents termes sont introduits dans le tableau ci-dessous qui mentionne également les types de notation habituellement associés à ces différentes modalités et fonctions de l'évaluation : qualitative pour les deux premières, quantitative pour les deux dernières. Il est toutefois possible d'attribuer une note chiffrée à une évaluation formative pour permettre à l'élève de se situer plus finement. De même, il est du ressort de l'enseignant de décider dans chaque cas si la note ou l'appréciation délivrée « comptera » dans la moyenne ou non.

Modalité de l'évaluation	Fonction de l'évaluation	Type de notation
<b>Diagnostique</b>	Indicative	Qualitative
<b>Formative</b>	Réflexive	
<b>Sommative</b>	Continue	Quantitative
<b>Certificative</b>	Finale	

L'évaluation est donc nécessaire tout au long de l'apprentissage. Pour que l'élève progresse, il est indispensable que l'enseignant ait clairement défini quel est l'acquis visé (l'objectif d'apprentissage), vérifie que cet objectif est atteint et que, si ce n'est pas le cas, il comprenne pourquoi et aide l'élève à surmonter l'obstacle rencontré.

L'élève lui-même doit être impliqué dans son parcours d'apprentissage et dans son évaluation (qui ne signifie bien sûr pas qu'il sera ensuite son propre « notateur ») :

- Il doit connaître l'objet et l'objectif de la séance (ou de la séquence) et savoir ce que l'on attend de lui.
- Il doit être en mesure d'évaluer ses réponses et ses productions en fonction de critères clairs et posés au départ, de situer ses progrès, d'identifier les connaissances et les savoir-faire nouveaux.

- Il doit enfin pouvoir repérer ses erreurs et en connaître la cause, chercher des solutions et améliorer ses productions. C'est une condition de l'efficacité de l'apprentissage.

L'évaluation finale de la formation réalisée à la fin du cycle de formation et conduisant à la certification de l'éducation fondamentale se réfère essentiellement aux compétences du profil de sortie, des jalons en étant posés chaque année. Ce qui est important, c'est que, périodiquement, la progression de l'élève dans le développement de chaque compétence ciblée dans la discipline fasse l'objet d'un positionnement, soit à travers la confrontation ponctuelle à une situation mettant en jeu la compétence concernée (en fin de période), soit à travers une observation continue des situations d'apprentissage.

L'évaluation des compétences impose une définition précise de ce qui est attendu au terme du cycle (ce à quoi s'emploient les présents programmes), avec des repères annuels, ainsi que des modalités d'évaluations (situations, critères...). Ces éléments sont précisés dans les pages qui suivent mais s'appuient sur une même progression-type appuyée sur trois niveaux de développement : l'acquisition, l'application et l'autonomie (3 A).

Niveau de développement de la compétence	Signification
<i>Acquisition</i>	Les ressources de base nécessaires au développement de la compétence sont en cours d'acquisition. Elles ne peuvent pas encore être combinées de manière à traiter une situation-problème complexe.
<i>Application</i>	L'élève est capable de combiner les ressources acquises (et en cours d'acquisition) pour réagir dans une situation-problème de faible complexité, et avec l'aide de l'enseignant.
<i>Autonomie</i>	L'élève sait réagir de manière autonome face à une situation-problème complexe correspondant aux attentes du profil de sortie et est en mesure de décrire sa maîtrise du savoir-agir complexe mobilisé.

### *Les compétences visées*

Le profil de compétences des sciences expérimentales, inspiré comme cela a été indiqué plus bas par le profil de sortie des élèves du secondaire décrit dans le *document d'Orientation de l'enseignement secondaire et technologique*, peut être construit autour de trois compétences majeures, elles-mêmes placées sous l'égide d'une intention générale.

## **Intention générale :**

Comprendre et agir dans et sur les mondes naturel et artificiel : géosphère, biosphère, technosphère, atmosphère et univers.

Cette intention rappelle l'une des missions principales de l'enseignement de la physique pour les citoyennes et les citoyens haïtiens, dont une grande partie ne poursuivront pas d'études supérieures scientifiques : permettre aux élèves d'appréhender le monde dans lequel ils vivent sur une base rationnelle pour s'y mouvoir et agir au mieux de leurs intérêts et de ceux de la société qu'ils constituent. Par monde, il faut entendre aussi bien l'environnement naturel que l'architecture technologique (au sens des objets manufacturés, matériels ou numériques, autant que des usages qui en sont faits) qui encadreront leurs existences. Autant de couches concentriques et entremêlées que sont la planète Terre (géosphère), ses écosystèmes (biosphère), son enveloppe gazeuse (atmosphère) et au-delà (univers), mais aussi la sphère des productions techniques qui interagit avec toutes les autres (technosphère). A l'heure où cette interaction est devenue si intense qu'il est devenu possible de parler d'anthropocène pour évoquer une ère géologique façonnée par les activités humaines, les concepteurs de ce programme ont souhaité en faire une véritable colonne vertébrale de l'enseignement de la physique.

Parce qu'en physique, la compréhension du monde passe par la démarche scientifique et la formalisation des phénomènes observés, et parce que le profil de sortie des élèves du secondaire vise le développement d'une citoyenneté éclairée et responsable, les trois compétences fondamentales liées à l'enseignement des sciences physiques au cycle 3 et au secondaire ont été formulées comme suit :

**Compétence 1 :** Explorer les phénomènes naturels et les objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 :** Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.

**Compétence 3 :** Se situer et agir en citoyen ou citoyenne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.

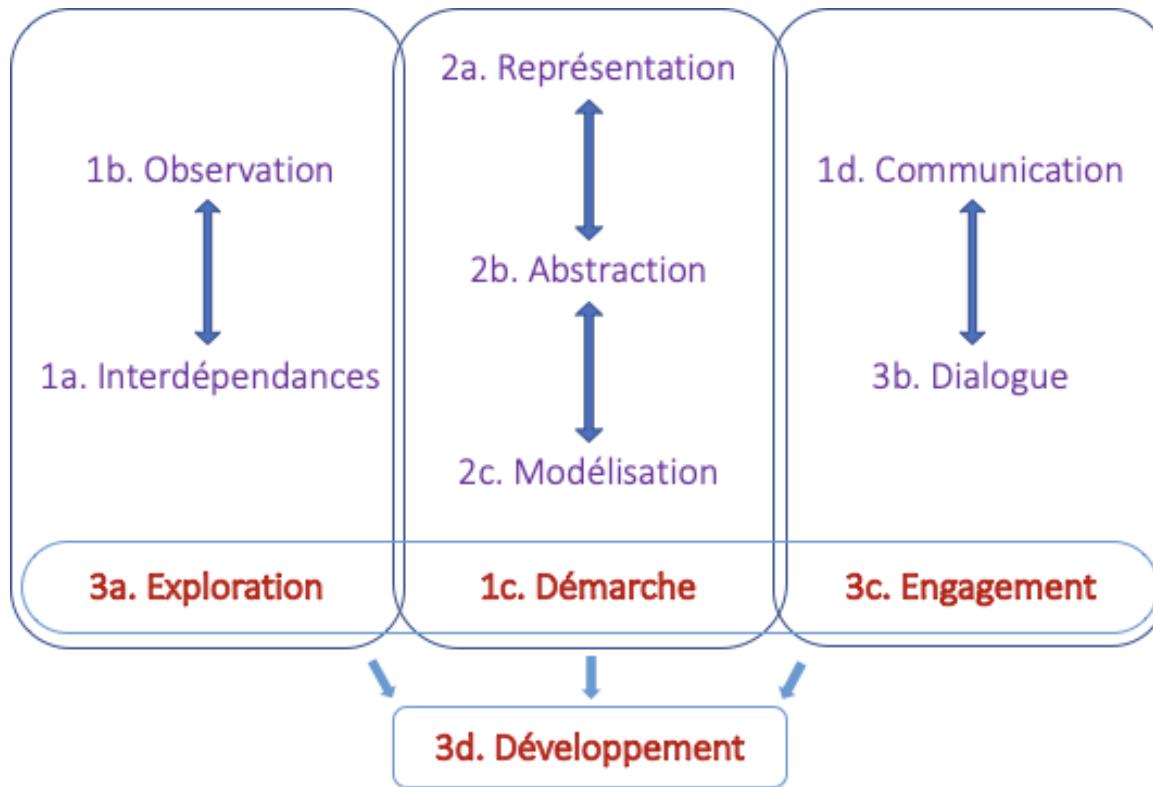
La démarche expérimentale et la formalisation des phénomènes n'étant pas une fin en soi, les savoirs, savoir-faire et savoir-être devant être orientés vers l'acquisition d'un pouvoir d'agir par les élèves, il est possible de proposer une articulation de ces trois compétences selon le schéma ci-dessous.



Les trois compétences-clés qui soutiennent l'ensemble du programme de physique.

### Schéma présentant l'ensemble des compétences

Chacune des compétences présentées ci-dessus se décompose ainsi en 3 ou 4 composantes qui peuvent être articulées fonctionnellement selon le schéma ci-dessous, qui fait émerger 7 composantes spécifiques (en violet) et 3 composantes transversales (en rouge).



Chacune de ces composantes est « évaluable » selon une progression-type de développement en trois phases, dont les trois niveaux sont définis ainsi :

**L'acquisition** : l'élève découvre ce que l'on attend de lui, est capable de le formuler et de préciser sa marge de progression, et comprend quand il est placé dans une situation lui permettant de travailler cette compétence.

**L'application** : l'élève mobilise les ressources propres à la compétence et les articule en cohérence avec la situation dans laquelle il est placé ; il a toutefois besoin d'accompagnement pour y parvenir.

**L'autonomie** : l'élève reconnaît la situation et mobilise seul les ressources nécessaires ; il peut même aider ses camarades et faire preuve de créativité dans le traitement de la situation proposée.

## Fiche décrivant chaque compétence

### **COMPÉTENCE 1 : EXPLORER LES PHÉNOMÈNES NATURELS ET LES OBJETS TECHNIQUES À L'AIDE D'OUTILS ET DE DÉMARCHES CARACTÉRISTIQUES DES SCIENCES EXPÉRIMENTALES**

Cette compétence est centrée sur la démarche expérimentale.

Elle s'appuie sur des ressources externes telles que les outils d'observation, les instruments scientifiques et la documentation, ainsi que sur des ressources internes telles que l'esprit d'analyse et de synthèse, la communication, la curiosité ou la méthode.

Elle s'exerce en combinant ces ressources dans des situations-problèmes qui nécessitent la mise en œuvre d'une démarche d'investigation et l'application d'une pensée logico-mathématique.

En développant cette compétence, les élèves se construisent un regard analytique et critique sur le monde qui les entoure, ce qui leur permet d'en conserver une certaine maîtrise, d'organiser leur existence sur des bases intellectuelles et cognitives solides, qui leur permettent notamment de réduire leur naïveté et leur crédulité.

**Composante 1a : Interdépendances.** Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant et du non vivant, et ce à toutes les échelles, de cellule à la biosphère.

**Composante 1b : Observation.** Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c : Démarche.** Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d : Communication.** Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

✓ *Attentes à la fin du secondaire*

Face à un problème complexe mettant en œuvre des phénomènes naturels et/ou artificiels, les élèves sont capables de formuler une problématique, d'émettre une hypothèse, de planifier les étapes d'une approche expérimentale, de la mettre en œuvre, d'analyser ses résultats et de conclure sur la base de leur interprétation. Ils sont capables d'échanger entre eux avant, pendant et après le processus pour tirer profit de leur intelligence collective.

✓ *Modalités et critères d'évaluation*

**Modalités :** Mettre en œuvre une démarche d'investigation sur un problème simple nécessitant la mobilisation des connaissances acquises au cours des unités d'apprentissage de leur cycle.

**Critères :** Existence d'une formulation problématique, d'hypothèses, d'une planification de protocole. Capacité à échanger avec des tiers, à réaliser des expériences et à en interpréter les résultats. Existence d'une conclusion et, si possible, d'une reformulation de la problématique sur cette base.

✓ *Stratégie mise en œuvre pour que chaque élève développe la compétence*

La stratégie de développement de la compétence consiste à initier les élèves à la démarche expérimentale selon deux voies parallèles et progressivement convergentes :

- La réalisation collective d'expériences selon un protocole OHERIC prédéfini (observation-hypothèse-expérimentation-résultat-interprétation-conclusion)
- La confrontation des élèves à des situations inédites et non immédiatement appréhendables par des notions scolaires, qui les amènent à préciser une problématique et à définir un domaine d'approximation au sein duquel il est possible de fournir des interprétations cohérentes des phénomènes observés.

**COMPÉTENCE 2 : APPRÉHENDER LES PHÉNOMÈNES NATURELS ET LE COMPORTEMENT DES OBJETS TECHNIQUES PAR LE BIAIS DES  
REPRÉSENTATIONS, DE LA MODÉLISATION ET DU LANGAGE MATHÉMATIQUE**

Cette compétence est centrée sur la formalisation des objets, des phénomènes et de leurs évolutions. Elle est indissociable de la compétence précédente qu'elle complète, sans toutefois la précéder.

Elle s'appuie sur des ressources externes telles que les concepts et principes physiques, les outils de représentation, les méthodes de calcul et les lois mathématiques, ainsi que sur des ressources internes telles que l'esprit de synthèse, l'abstraction ou encore la logique.

Elle s'exerce en combinant ces ressources en lien avec des situations réelles dont on fait émerger des caractéristiques et des comportements fondamentaux. Ceci permet d'une part de faire émerger des concepts formalisés et les lois qui les articulent, et d'autre part de familiariser progressivement l'élève avec les représentations graphiques des contenus des sciences physiques.

En développant cette compétence, les élèves se construisent la capacité à nommer plus facilement les phénomènes qu'ils décrivent, à en évaluer, calculer et prévoir l'intensité, à les comparer entre eux, mais aussi la capacité à les représenter au travers de courbes et schémas souvent plus performants et explicites que les mots. Ce faisant, ils et elles construisent également leur capacité à exercer un regard critique sur les représentations auxquelles ils et elles seront exposés dans leur vie quotidienne.

**Composante 2a : Représentations.** Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2b : Abstraction.** Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

**Composante 2c : Modélisation.** Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs simples pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

#### ✓ *Attentes à la fin du secondaire*

Les élèves sont capables de comprendre un schéma ou un plan, une carte conceptuelle, de comprendre un tableau et la manière dont il se traduit en représentations graphiques de divers types, de lire une courbe en comprenant ce qu'elle décrit, ce qu'elle permet de dire et ne permet pas de dire. Ils et elles ont compris que les modèles mathématiques sont des représentations de la nature construites par l'homme et applicable dans des domaines de validité donnés, et pas le reflet de lois divines ; que ces lois « explicitent » la nature mais qu'elles ne « l'expliquent » pas. Ils sont capables de mettre un tableau, une courbe ou un système d'équation en correspondance avec la réalité des phénomènes qu'ils observent et, dans certains cas, de les utiliser pour prévoir l'évolution desdits phénomènes.

✓ *Modalités et critères d'évaluation*

**Modalités :** Amener les élèves à faire le lien entre les données chiffrées et représentations abstraites d'une part, et les observables expérimentales d'autre part. Les placer dans des situations où ils doivent mobiliser ces ressources pour rendre compte ou prévoir un résultat expérimental.

**Critères :** Capacité à interpréter une représentation moléculaire, une courbe, un tableau, un schéma ou une représentation graphique. Capacité à utiliser une équation, une équation-bilan ou une représentation abstraite pour donner un résultat chiffré ou un ordre de grandeur. Capacité à formaliser un phénomène sous l'une des formes décrites ci-dessus.

✓ *Stratégie mise en œuvre pour que chaque élève développe la compétence*

La stratégie de développement de la compétence consiste à introduire progressivement les outils de pensée et de représentation décrits plus haut en les associant étroitement à l'étude de phénomènes simples, ceci selon trois voies parallèles :

- La lecture et l'interprétation de ces représentations pour décrire des phénomènes et des comportements.
- La manipulation de données mathématiques pour faire émerger indirectement des résultats nouveaux.
- L'élaboration de telles représentations sur la base de l'observation de phénomènes.

**COMPÉTENCE 3 : SE SITUER ET AGIR EN CITOYENNE OU EN CITOYEN RESPONSABLE, DANS UN SOUCI D'ENRICHISSEMENT, DE PRÉSÉRATION ET DE PROTECTION DE LA VIE SOCIALE, DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT**

Cette compétence est centrée sur « *l'empowerment* »<sup>2</sup> professionnel, social, écologique et citoyen. Elle est indissociable des deux compétences précédentes dont elle découle.

Elle s'appuie sur des ressources externes telles que la documentation scientifique, l'actualité et les activités réelles de la communauté, ainsi que sur des ressources internes telles que la curiosité, l'esprit critique, la tolérance, la capacité de dialogue, l'ouverture à l'autre, la générosité, l'engagement et la motivation à apprendre.

Elle s'exerce en combinant ces ressources dans des situations mettant en œuvre des problèmes ouverts, dans lesquels se mêlent connaissances, valeurs et opinions.

---

<sup>2</sup> Ce terme anglais, généralement traduit par « responsabilisation », recouvre aussi « la capacité à exercer une responsabilité ».

En développant cette compétence, les élèves se construisent un pouvoir citoyen, un recul sur le monde, une personnalité forte et ouverte sur le monde et sur les autres. Ils se dotent de capacités d'évolution et de résilience, en même temps que de résistance face à la désinformation et la manipulation par autrui. Ils adoptent un comportement responsable à l'égard de leur santé et de leur hygiène de vie. Ils apprennent à s'engager dans des projets concrets et utiles pour leur communauté.

**Composante 3a : Exploration.** Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b : Dialogue.** Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3c : Engagement.** Percevoir l'impact des actions humaines sur les sphères sociale et environnementale et sur les questions de santé publique ; agir en conséquence en développant des projets collectifs de production technologique orientés vers le mieux-être de sa communauté et la préservation de la biodiversité.

**Composante 3d : Développement.** Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible *in situ* et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

#### ✓ *Attentes à la fin du secondaire*

Les élèves sont capables de s'informer et d'échanger sur des thèmes liés à l'actualité du monde, de leur pays ou de leur communauté en s'appuyant sur des connaissances fiables, en écoutant les avis divergents et en argumentant sans rhétorique et sans sophismes. Sur la base de cette compréhension, ils sont capables de s'investir dans des actions utiles à leur environnement social. Ils ont acquis une envie d'apprendre et une confiance dans leur capacité à le faire, quelle que soit la voie professionnelle qui sera la leur.

#### ✓ *Modalités et critères d'évaluation*

Modalités : Organiser des débats autour de thématiques réelles et complexes relevant de thèmes scientifiques, telles que les

controverses sociotechniques à dimension sanitaire, écologique ou éthique. Réaliser un projet concret de conception d'un produit ou service utiles à la communauté, en lien avec le monde professionnel.

**Critères :** Existence d'une prise de parole argumentée et documentée. Capacité à écouter et à prendre en compte les arguments de l'autre. Existence d'une implication dans un projet. Observation de résultats concrets à l'issue du projet et de la capacité à analyser les résultats obtenus.

✓ *Stratégie mise en œuvre pour que chaque élève développe la compétence*

La stratégie de développement de la compétence consiste à organiser deux types d'activités :

- Des débats, jeux de rôles, jeux de discussion autour de thématiques liées à l'actualité du monde, du pays ou de la communauté sur la base de notions faisant appel aux sciences expérimentales.
- La mise en place de petits projets créatifs visant à la réalisation d'un produit ou service en lien avec la communauté extérieure à l'école.

*Les programmes « détaillés » par année, en distinguant les séries, et par unité d'apprentissage*

Pour les séries « Sciences de la vie et de la Terre » (SVT) et « Mathématiques et physique » (MP), et sur la base des compétences et des éléments décrits ci-dessus, 24 unités d'apprentissage ont été développées pour la physique (dont 18 pour la filière SVT), numérotées selon les années auxquelles elles correspondent au sein du secondaire :

**A. Matière, environnement et espace**

- A.1- De la nucléosynthèse à la formation de Terre dans le système solaire
- A.2- Chaleur et changements d'états
- A.3- Transferts et conversions de l'énergie, le cas de la chute libre
- A.4- Energie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique et conservation de l'énergie mécanique
- A.5- L'énergie de l'infiniment petit à l'infiniment grand
- A.6- Sources d'énergie et dérèglement climatique

**B. Forces, mouvement et travail**

- B.1- Types de mouvements, caractéristiques des forces et interactions entre les corps et applications
- B.2- Équilibre d'un corps soumis à un système de forces et description du mouvement
- B.3- Étude cinématique du point
- B.4- Travail d'une force et conservation de l'énergie d'un système
- B.5- Les lois de Newton appliquées aux différents types de mouvements
- B.6- Définition et propriétés des oscillateurs mécaniques
- B.7- Interactions fondamentales de la matière

**C. Électricité et magnétisme**

- C.1- Nature de l'électricité, circuits et sécurité des installations électriques
- C.2- Grandeur électriques et effets de l'électricité sur la matière
- C.3- Lois dans les circuits d'associations de dipôles
- C.4- Condensateurs et bobines
- C.5- Génération de courants continu et alternatif
- C.6- Oscillateurs électriques et circuit R-L-C

**D. Optique et ondes**

- D.1- Des signaux pour observer et communiquer
- D.2- Nature de la lumière et vision des couleurs
- D.3- Propriétés des ondes et dualité onde corpuscule de la lumière
- D.4- Ondes mécaniques transversales et longitudinales
- D.5- Le son et ses applications

Pour les séries « Sciences économiques et sociales » (SES) et « Lettres, langues et arts » (LLA), la physique fait l'objet d'un programme commun avec la chimie et les SVT sur les deux dernières années du secondaire. Les unités d'apprentissage sont les suivantes :

**Pour le secondaire III :**

- A. Muscle, sport et énergie
- B. Ressources géologiques, énergies et matériaux
- C. Procréation et sexualité
- D. Atmosphère et changements climatiques

**Pour le secondaire IV :**

- A. Vision, lumière et couleur
- B. Du Big-Bang à la vie sur Terre
- C. Hygiène, médicaments et santé
- D. L'eau : une ressource indispensable

**Tableau ou schéma mettant en relation compétences et unités d'apprentissage**

Concernant les séries SVT et MP, chacune des unités d'apprentissage adresse une ou plusieurs des compétences décrites plus haut. Le tableau ci-dessous précise en outre les relations de ces unités d'apprentissage avec les composantes de ces compétences. Il mentionne systématiquement le niveau de développement attendu à l'aide de la progression décrite plus haut (A : Acquisition – B : Application – C : Autonomie).

Il permet en outre d'évaluer, pour chaque unité d'apprentissage, le nombre de compétences visées et, pour chaque compétence ou composante, le nombre d'unités d'apprentissage qui contribuent à leurs développements respectifs. La répartition des unités d'apprentissage dans les différentes années du secondaire est explicitée au paragraphe 3.1.6.1.

ANNEE	COMPETENCES UNITES	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	3A	3B	3C	3D	TOTAL
SEC I	A1	A	A	A	A	B	A	A	B	A	A	B	11
	B1		A	A	A	A		A	A	A		A	8
	C1	A	B	A	A	A	A	B	B			B	9
	D1	B	B	B	A	B	A	B	A	B		B	10
	<i>TOTAL</i>	3	4	4	4	4	3	4	4	3	1	4	38
SEC II	A2	A	A	B	A		A	A	B	A		A	9
	B2		B	A	A	A	A	B		A		B	8
	C2		B	A	B	B		B	B			C	7
	D2	B	B	B	B	B	B	B	B	B		B	10
	<i>TOTAL</i>	2	4	4	4	3	3	4	3	3	0	4	34
SEC III	A3	B	B	B	A	B		B	B	A	A	B	10
	A4		B	B	A	B		B	B	B	B	B	9
	B3		B	B	A	B	B	B	B	A		B	9
	B4		B	B	B		B	B	B			B	7
	B5		B	B	B	B	B	B	B	B		B	9
	C3	C	C	B	B		B	B				B	7
	C4		B	C	B	B		B	B	B		B	8
	D3		B	B	B	B		B	A	A		B	8
	<i>TOTAL</i>	1	8	8	8	7	3	8	8	6	2	8	67
SEC IV	A5	B	C		C		A	C	B	C	B	B	9
	A6	B			B		B	B	C	B	C	B	8
	B6		B	B	B		B	B				C	7
	B7	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	11
	C5		C	B	C	C		C		C		C	7
	C6		C	C	C	C		C	B	B		B	8
	D4		B	B	C	B		B	C	B		C	8
	D5		B	C	B		B	C	B			B	7
	<i>TOTAL</i>	3	7	6	8	5	4	8	7	6	3	8	65
	<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>203</b>

Concernant les séries SES et LLA, les compétences à développer dans les unités d'apprentissage interdisciplinaires élaborées pour le secondaire III et le secondaire IV sont laissées à l'appréciation de l'équipe enseignante, sachant qu'elles sont conçues pour couvrir l'ensemble des compétences proposées dans les disciplines relatives aux sciences expérimentales (chimie, physique, biologie, géologie).

## Tableaux décrivant chaque unité d'apprentissage<sup>3</sup>

### Année : Secondaire 1

**Unité d'apprentissage : A1 : Matière, environnement et espace : De la nucléosynthèse à la formation de Terre dans le système solaire.**

**Compétence(s) ciblée(s) :**

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

#### Composante 1a

Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant, et ce à toutes les échelles, de la cellule à la biosphère.

#### Composante 1b

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

#### Composante 1c

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

#### Composante 1d

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations,**

---

<sup>3</sup>Pour prendre connaissance des unités d'apprentissage des séries SES et LLA, se référer à la section des programmes relative aux SVT.

**de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3c**

Percevoir l'impact des actions humaines sur les sphères sociale et environnementale et sur les questions de santé publique ; agir en conséquence en développant des projets collectifs de production technologique orientés vers le mieux-être de sa communauté et la préservation de la biodiversité.

### Composante 3d

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>La matière, ses états et ses caractéristiques</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Définir la matière et distinguer ses différents états naturels (solide, liquide, gaz, plasma), y compris les états intermédiaires.</li><li>- Décrire l'organisation de la matière dans l'univers, de l'atome aux molécules.</li><li>- Observer et décrire les caractéristiques des états de la matière et les transitions d'état.</li><li>- Définir masse, volume, masse volumique et densité.</li><li>- Distinguer les métaux entre eux en fonction de leurs propriétés physiques.</li></ul> <p><b>Histoire de l'Univers et exploration de l'espace</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Comprendre le modèle du Big Bang et l'expansion de l'Univers</li><li>- Découvrir l'origine de la matière par l'explication du processus de formation des premiers éléments et la nucléosynthèse</li><li>- Connaitre la composition du système solaire et comprendre son fonctionnement.</li><li>- Comprendre les méthodes d'exploration de l'espace et leur évolution</li></ul>	<p><b>La matière, ses états et ses caractéristiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Les élèves viennent en classe avec différents produits d'une liste établie par eux avec l'aide de l'enseignant afin de classer ses produits suivants leurs états physiques, sans oublier les états intermédiaires.</li><li>- Les élèves utilisent des kits de modélisation ou des matériaux de récupération pour créer des modèles atomiques et moléculaires.</li><li>- Les élèves réalisent des expériences de chauffage et de refroidissement pour observer différents changements d'états de l'eau comme la fusion, l'évaporation, la condensation et la solidification.</li><li>- A l'aide d'instruments de mesure comme des balances, des cylindres gradués, les élèves effectuent des mesures de masse et de volume pour calculer la masse volumique et la densité de certaines substances.</li><li>- En réalisant des tests pratiques, y compris l'utilisation d'aimants, l'observation des couleurs et des informations sur la mesure de la conductivité et de la température de fusion de</li></ul>

- Situer la Terre dans l'Univers et discuter de la possibilité de vie extraterrestre
- Apprendre à mesurer les distances dans l'Univers en utilisant la méthode de parallaxe

### ***Savoir-faire et attitudes***

#### **La matière, ses états et ses caractéristiques**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Déterminer expérimentalement la masse volumique et la densité d'une substance.
- Mener des expérimentations pour observer les changements d'état et mesurer les températures de fusion.
- Interpréter les résultats expérimentaux et les représenter sous forme de graphiques ou de tableaux.
- Résoudre des problèmes permettant de calculer la masse, le volume, la masse volumique et la densité à l'aide de formules.
- Réaliser des tests simples de propriétés physiques pour distinguer les métaux entre eux.
- Réaliser une recherche documentaire sur les différents modèles d'atomes à travers l'histoire.

#### **Histoire de l'Univers et exploration de l'espace**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Comprendre et expliquer le modèle du Big Bang et la formation de l'Univers
- Décrypter les processus de formation des premiers éléments et la

certains métaux purs, les élèves cherchent à identifier ces métaux afin de les distinguer.

- A travers des documents accessibles in situ et en ligne, les élèves réalisent une recherche documentaire sur les différents modèles d'atomes à travers l'histoire. Ils présentent en classe les travaux de leurs recherches.

#### **Histoire de l'Univers et exploration de l'espace**

- Les élèves se mettent en groupe et utilisent des matériaux simples pour créer un modèle physique représentant l'expansion de l'Univers.
- Les élèves en groupe réalisent l'analyse de graphiques et de données sur la nucléosynthèse, puis en plénière en classe ils participent à un débat sur l'importance de ces processus sous la supervision et le guidage de l'enseignant.
- Par groupe de deux, les élèves réalisent de simples expériences pour modéliser les orbites planétaires et les effets de la gravité.
- Les élèves s'organisent pour concevoir une maquette du système solaire avec de simples matériaux.

<p>synthèse des éléments dans les étoiles et les supernovas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser une maquette du système solaire</li> <li>- Appliquer la loi de gravitation pour expliquer le mouvement des planètes et des satellites</li> <li>- Utiliser des méthodes comme la parallaxe pour calculer les distances dans l'Univers et comprendre les échelles de grandeur</li> <li>- Collecter et synthétiser des informations sur les méthodes d'exploration spatiale et les découvertes récentes</li> <li>- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes physiques et leur application dans le monde réel.</li> <li>- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.</li> <li>- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.</li> <li>- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.</li> <li>- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.</li> <li>- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.</li> <li>- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En effectuant des recherches <i>in situ</i> et en ligne, les élèves préparent et présentent un exposé sur l'histoire et les technologies des télescopes, sondes spatiales et missions habitées.</li> <li>- En créant des affiches ou des diaporamas, les élèves travaillent en groupe pour illustrer la position de la Terre dans l'Univers et les zones habitables.</li> <li>- Des groupes d'élèves réalisent des simulations et des exercices pratiques pour calculer les distances à l'aide de la parallaxe.</li> </ul>
---	---

*Année : Secondaire 2*

*Unité d'apprentissage A2 : Matière, environnement et espace : Chaleur et changements d'états de la matière*

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1a**

Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant, et ce à toutes les échelles, de la cellule à la biosphère.

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

### **Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

### **Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyen ou citoyenne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### **Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

## Savoirs

### Dilatation des corps

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Définir la dilatation des corps.
- Identifier les facteurs dont dépend la dilatation d'un corps.
- Comprendre la dilatation thermique des solides.
- Observer la dilatation des liquides et comprendre ses applications pratiques.
- Présenter les caractéristiques des gaz.
- Comprendre la dilatation des gaz et ses effets sur l'environnement.
- Identifier quelques applications de la dilatation des corps.
- Expliciter le fonctionnement d'une montgolfière.

### Notion de quantité de chaleur

- Définir la calorimétrie et expliciter l'importance de la calorimétrie dans l'étude des transferts d'énergie thermique
- Distinguer température et chaleur
- Énoncer le principe de conservation de l'énergie lors des échanges de chaleur.
- Distinguer chaleur massique et capacité calorifique
- Comprendre et appliquer le concept de chaleur massique à travers des expériences pratiques.

## Propositions d'activités d'apprentissage

- Les élèves mesurent la longueur d'une tige métallique à température ambiante. Ils chauffent ensuite la tige et mesurent la variation de longueur. Les résultats sont utilisés pour calculer le coefficient de dilatation linéaire du métal.
- Les élèves observent la montée d'un liquide coloré dans un thermomètre ou un tube capillaire lorsqu'il est chauffé. Ils comparent la dilatation de différents liquides et discutent des résultats.
- Ils explorent les applications pratiques telles que les thermomètres et les systèmes de chauffage
- Ils étudient le comportement des gaz sous différentes pressions et températures.
- Ils discutent des applications telles que les montgolfières et les impacts environnementaux de la dilatation des gaz atmosphériques.
- Les élèves mènent un projet de recherche sur les matériaux utilisés dans leur environnement (par exemple, les matériaux de construction, les composants électroniques).
- Ils présentent leurs découvertes sur la manière dont la dilatation influence le choix des matériaux pour des applications spécifiques.

### Notion de chaleur

- Les élèves procèderont aux mélanges de deux liquides de même nature, mais de températures très différentes pour observer et mesurer les changements constatés tels que l'augmentation de masse et de volume, puis l'équilibre de

<p><b>Changements d'état de la matière</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Observer et identifier les différents changements d'état de la matière et les chaleurs latentes associées.</li> <li>– Distinguer chaleur latente de fusion et chaleur latente de vaporisation</li> <li>– Analyser les changements d'état de la matière et les chaleurs latentes associées.</li> <li>– Comprendre l'impact des transferts de chaleur dans des contextes environnementaux et sociaux.</li> </ul> <p><b>Savoir-faire et attitudes</b></p> <p><b>Dilatation des corps</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mettre en œuvre des expériences pour tester la dilatation des différents matériaux, puis observer et enregistrer les changements physiques de ces matériaux sous l'effet de la chaleur.</li> <li>– Utiliser correctement les instruments de mesure thermique comme les thermomètres et les dilatomètres.</li> <li>– Apprendre à mesurer et à calculer précisément la dilatation thermique des solides c'est-à-dire les variations de longueur, de volume en fonction de la température.</li> <li>– Représenter graphiquement la relation entre la température et la dilatation.</li> </ul>	<p>température dans le mélange.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves réaliseront des expériences pour mesurer la chaleur massique de différents matériaux en utilisant un calorimètre. Ils interpréteront les résultats expérimentaux pour déterminer la chaleur massique. Ils feront également la comparaison des valeurs expérimentales avec les valeurs théoriques et discuteront sur les sources d'erreurs possibles.</li> <li>– Les élèves rédigent des rapports de laboratoire qui résument les procédures, les résultats et les conclusions de leurs travaux expérimentaux.</li> </ul> <p><b>Changements d'états de la matière</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves réaliseront l'expérience des changements d'état de l'eau en laboratoire, en mesurant la température à intervalles réguliers. Ils feront la représentation graphique des données pour visualiser les paliers de température lors des changements d'état. Ils utiliseront enfin les données obtenues pour calculer les chaleurs latentes de fusion et de vaporisation.</li> <li>– Les élèves rédigent des rapports de laboratoire qui résument les procédures, les résultats et les conclusions de leurs travaux expérimentaux.</li> </ul> <p>Les élèves mènent un projet de recherche in situ et en ligne sur l'impact des transferts de chaleur dans des contextes environnementaux et sociaux. Ils réalisent des exposés pour présenter leurs travaux de recherches.</p>
--	--

- Appliquer les lois physiques pour calculer la dilatation théorique et la comparer avec les données expérimentales.
- Utiliser les principes de la dilatation pour résoudre des problèmes pratiques et théoriques.
- Investiguer les propriétés de dilatation de différents matériaux et leur sélection pour des applications spécifiques.
- Résoudre des exercices se basant sur le calcul de la dilatation des corps.

### ***Notion de chaleur***

- Utiliser correctement des thermomètres, des calorimètres et des balances.
- Mettre en place et conduire des expériences pour mesurer les transferts de chaleur.
- Comprendre et appliquer le concept de chaleur massique à travers des expériences pratiques
- Appliquer la formule  $Q = mc\Delta T$  pour déterminer la quantité de chaleur dans divers scénarios.
- Appliquer des formules pour calculer la chaleur massique.
- Évaluer l'effet des variables sur la dilatation thermique.
- Rédiger des rapports de laboratoire qui résument les procédures, les résultats et les conclusions.

### **Changements d'états de la matière**

- Analyser des courbes de chauffage/refroidissement pour identifier les changements d'état.
- Appliquer des formules pour calculer les chaleurs latentes.
- Évaluer l'effet des variables sur les changements d'état.
- Rédiger des rapports de laboratoire qui résument les procédures, les résultats et les conclusions.
- Poser des questions pertinentes et chercher à comprendre les phénomènes étudiés.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les sources d'erreur.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe.
- Présenter des résultats et des explications de manière cohérente et compréhensible.
- Appliquer avec soin les méthodes de mesure et de calcul.
- Respecter les normes de sécurité en laboratoire et faire preuve de responsabilité environnementale.
- Participer activement aux activités proposées et prendre en charge son propre processus d'apprentissage.

**Unité d'apprentissage A3 : A l'exploration de notre univers et de notre environnement : Transferts et conversions de l'énergie, le cas de la chute libre.**

***Compétence(s) ciblée(s) :***

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1a**

Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant, et ce à toutes les échelles, de la cellule à la biosphère.

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

### **Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### **Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

### **Composante 3c**

Percevoir l'impact des actions humaines sur les sphères sociale et environnementale et sur les questions de santé publique ; agir en conséquence en développant des projets collectifs de production technologique orientés vers le mieux-être de sa communauté et la préservation de la biodiversité.

### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Transferts et conversions de l'énergie, le cas de la chute libre</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présenter une vue d'ensemble des différentes formes d'énergie (cinétique, potentielle, thermique, électrique, etc.) et de leurs caractéristiques.</li> <li>- Explorer les sources d'énergie naturelles et artificielles, en soulignant leur importance dans la vie quotidienne et dans les technologies.</li> <li>- Distinguer et définir les concepts (de source) d'énergie renouvelable et (de source) d'énergie non renouvelable ; en citer des exemples.</li> <li>- Expliquer comment l'énergie se conserve et se transforme d'une forme à une autre.</li> <li>- Utiliser des exemples concrets (comme les centrales électriques, les véhicules, les écosystèmes) pour illustrer les transferts et conversions d'énergie.</li> <li>- Présenter des situations où l'énergie cinétique est convertie en d'autres formes d'énergie et vice versa.</li> <li>- Analyser la conversion de l'énergie potentielle en énergie cinétique lors de la chute libre.</li> <li>- Explorer les applications pratiques des concepts d'énergie dans la vie quotidienne et dans la technologie.</li> </ul>	<p><b>Transferts et conversions de l'énergie, le cas de la chute libre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves mènent des projets de recherches in situ et en ligne sur les différentes formes d'énergie (cinétique, potentielle, thermique, etc.) et présentent leurs découvertes en classe. Ils profitent aussi pour présenter les concepts (de source) d'énergie renouvelable et (de source) d'énergie non renouvelable.</li> <li>- Les élèves réalisent de petites expériences pour observer les transferts d'énergie (par exemple, convertir l'énergie mécanique en énergie thermique par frottement).</li> <li>- Les élèves utilisent des balances, des rubans métriques et des chronomètres pour mesurer la vitesse de différents objets (balles, voitures jouets) et calculer leur énergie cinétique.</li> <li>- Les élèves lâchent des objets de différentes hauteurs et mesurent leur vitesse à l'impact pour calculer la conversion d'énergie.</li> <li>- Les élèves choisissent un domaine d'application (par exemple, les énergies renouvelables, les transports, les loisirs) et étudient comment les concepts d'énergie sont appliqués.</li> <li>- Les élèves présentent les résultats de leur projet et discutent sur l'importance de l'efficacité énergétique, de l'impact environnemental des différentes sources d'énergie et des choix énergétiques responsables.</li> </ul>

## *Savoir-faire et attitudes*

### **Transferts et conversions de l'énergie, le cas de la chute libre**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Mener des recherches sur différents types d'énergie et leurs applications, de même que sur les concepts (de source) d'énergie renouvelable et (de source) d'énergie non renouvelable.
- Appliquer les formules pour calculer l'énergie cinétique et potentielle dans divers contextes, notamment la chute libre.
- Réaliser des expériences pour observer les effets de la masse, de la hauteur et de la résistance de l'air sur la chute libre.
- Réaliser des expériences pour observer les transferts d'énergie, en particulier dans les cas de chute libre.
- Discuter de l'importance de l'efficacité énergétique et de l'impact environnemental des différentes sources d'énergie.
- Utiliser des instruments de mesure pour recueillir des données précises (par exemple, chronomètres, capteurs de mouvement).
- Interpréter les données expérimentales pour comprendre les transferts et conversions d'énergie.
- Utiliser des graphiques et des modèles pour analyser les résultats.
- Les élèves examinent des cas réels où la compréhension des transferts d'énergie est cruciale (par exemple, dans les systèmes de transport, les dispositifs de sécurité, les parcs éoliens).

- Appliquer les concepts d'énergie pour résoudre des problèmes pratiques et théoriques.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.
- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.
- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.

Année : Secondaire 3

Série : MP et SVT

Unité d'apprentissage A4 : A l'exploration de notre univers et de notre environnement : Energie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique et conservation de l'énergie mécanique

**Compétence(s) ciblée(s) :**

**Compétence 1** - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2** - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyen ou citoyenne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3c**

Percevoir l'impact des actions humaines sur les sphères sociale et environnementale et sur les questions de santé publique ; agir en conséquence en développant des projets collectifs de production technologique orientés vers le mieux-être de sa communauté et la préservation de la biodiversité.

**Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Energie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique et conservation de l'énergie mécanique</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Comprendre l'énergie cinétique d'objets en mouvement en utilisant des exemples concrets, comme un athlète en course</li></ul>	<p><b>Energie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique et conservation de l'énergie mécanique</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves mesurent la vitesse de différents objets (comme des balles ou des petites voitures) en utilisant un chronomètre et calculent leur énergie cinétique. Ils analysent les résultats et discutent des facteurs influençant l'énergie</li></ul>

<p>ou une voiture en mouvement, pour illustrer le concept.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser des simulations pour visualiser et comprendre l'énergie cinétique tout en discutant des facteurs qui influencent l'énergie cinétique.</li> <li>- Comprendre comment évolue l'énergie cinétique lors d'un choc.</li> <li>- Expliquer comment la formule de l'énergie cinétique s'applique aux objets en translation, en soulignant les différences et similitudes avec le point mobile.</li> <li>- Distinguer entre l'énergie cinétique de rotation pour un point et pour un solide, en introduisant le concept de moment d'inertie.</li> <li>- Utiliser des exemples variés (roues, disques, sphères) pour illustrer le moment d'inertie et son impact sur l'énergie cinétique.</li> <li>- Expliquer comment le travail effectué sur un objet est lié à la variation de son énergie cinétique.</li> <li>- Énoncer le théorème de l'énergie cinétique et écrire l'expression de la formule correspondante.</li> <li>- Comprendre que l'énergie potentielle de pesanteur d'un système est liée aux positions relatives des éléments de ce système.</li> <li>- Distinguer l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie potentielle élastique.</li> <li>- Comprendre que lorsqu'un système qui possède toutes les formes d'énergie potentielle au même instant, son énergie potentielle totale est la somme de ses énergies potentielles de pesanteur et élastique.</li> </ul>	<p>cinétique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves utilisent des instruments comme des chronomètres et des capteurs de vitesse pour réaliser des expériences afin d'observer et de mesurer l'énergie cinétique de différents objets en translation. Ils analysent ensuite les résultats expérimentaux pour valider les concepts théoriques. Ils interprètent les données expérimentales et les représentent graphiquement.</li> <li>- Les élèves réalisent des expériences avec des disques, des roues ou des sphères pour observer et calculer l'énergie cinétique de rotation.</li> <li>- Les élèves utilisent des instruments de mesure pour déterminer la masse et la position de différents objets dans l'espace pour calculer l'énergie potentielle de pesanteur. Ils utilisent également des frondes pour lancer des objets et étudier les facteurs qui influencent l'énergie potentielle élastique des objets à lancer.</li> <li>- Les élèves choisissent un domaine d'application (comme les transports, les sports, l'énergie éolienne) et effectuent des recherches in situ et en ligne sur l'utilisation de l'énergie cinétique. Ils présentent les résultats et discutent de l'importance de l'énergie cinétique dans ces domaines.</li> </ul>
--	--

- Définir l'énergie mécanique totale d'un système et présenter ses propriétés.
- Expliciter la conséquence de la conservation de l'énergie mécanique.
- Examiner les applications pratiques de l'énergie cinétique dans différents domaines.

*Savoir-faire et attitudes*

**Energie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique et conservation de l'énergie mécanique**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Appliquer la formule de l'énergie cinétique pour calculer l'énergie de différents objets en mouvement.
- Réaliser des expériences pour mesurer l'énergie cinétique de différents objets en translation.
- Comprendre et utiliser le concept de moment d'inertie dans le calcul de l'énergie cinétique de rotation, puis appliquer des formules pour calculer le moment d'inertie et l'énergie cinétique de rotation.
- Interpréter les données expérimentales sur l'énergie cinétique et les représenter graphiquement.
- Examiner comment l'énergie cinétique est conservée ou transformée dans différents types de chocs (élastiques, inélastiques).
- Mettre en évidence l'énergie potentielle de pesanteur et présenter la formule correspondante.

- Mettre en évidence l'énergie potentielle élastique et présenter la formule correspondant dans les cas d'un pendule élastique et d'un pendule de torsion.
- Faire les schémas et établir la formule correspondant à la conservation de l'énergie mécanique.
- Appliquer les concepts d'énergie cinétique pour résoudre des problèmes pratiques et théoriques.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.
- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.
- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.

Année : Secondaire 4

Série : MP et SVT

Unité d'apprentissage A5 : **Matière, environnement et espace : L'énergie de l'infiniment petit à l'infiniment grand**

Compétence(s) ciblée(s) :

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

#### Composante 1a

Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant, et ce à toutes les échelles, de la cellule à la biosphère.

#### Composante 1b

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

#### Composante 1d

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

#### Composante 2b

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

#### Composante 2c

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3c**

Percevoir l'impact des actions humaines sur les sphères sociale et environnementale et sur les questions de santé publique ; agir en conséquence en développant des projets collectifs de production technologique orientés vers le mieux-être de sa communauté et la préservation de la biodiversité.

**Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>L'énergie de l'infiniment petit à l'infiniment grand</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Définir la radioactivité, comprendre ses principes de base de la radioactivité et expliquer les types de rayonnements émis lors des réactions nucléaires (alpha, bêta, gamma).</li></ul>	<p><b>L'énergie de l'infiniment petit à l'infiniment grand</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Sous la supervision de l'enseignant, les élèves pratiquent l'écriture d'équations pour diverses désintégrations radioactives. Ils réalisent des études de cas réels de désintégration pour comprendre l'application des équations.</li><li>– Les élèves utilisent des logiciels pour simuler la décroissance radioactive et visualiser l'impact de la période radioactive. Ils</li></ul>

- Connaitre la composition des émissions radioactives.
- Comprendre les origines des rayonnements et expliquer le phénomène de la transmutation.
- Préciser les quatre lois auxquelles obéissent les réactions nucléaires.
- Comprendre et énoncer la loi de décroissance radioactive.
- Définir et comprendre la période radioactive ou la demi-vie d'un radio nucléide.
- Expliquer le concept de demi-vie et son importance dans la compréhension des processus radioactifs
- Distinguer les réactions nucléaires spontanées et les réactions nucléaires provoquées.
- Comprendre les principes de la fission et de la fusion nucléaires et leurs applications pratiques pour distinguer la fission et de la fusion nucléaires.

### *Savoir-faire et attitudes*

#### **L'énergie de l'infiniment petit à l'infiniment grand**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Utiliser des diagrammes et des animations pour illustrer les différents types de rayonnements
- Expliquer comment différents types de rayonnements sont produits lors de la désintégration nucléaire
- Écrire et interpréter les équations bilan des différentes transformations radioactives pour chaque type de radioactivité  $\alpha$ ,  $\beta^+$ ,  $\beta^-$ ,  $\gamma$ .

analysent les résultats de simulation pour comprendre la loi de décroissance.

- Les élèves effectuent des recherches sur les concepts de radioactivité et les types de rayonnements radioactifs (alpha, bêta, gamma) afin de présenter leurs caractéristiques et origines.
- Les élèves mènent des recherches sur la fission et la fusion nucléaires et leurs applications réelles comme dans l'astrophysique, la médecine nucléaire, les centrales nucléaires (énergie nucléaire) et les étoiles. Après la présentation de leurs travaux, ils organisent un débat en classe sur les avantages et les inconvénients de l'utilisation de l'énergie nucléaire et leurs implications éthiques et environnementales.

- Établir et appliquer la relation entre la période radioactive  $T$  et la constante radioactive  $\lambda$ .
- Établir l'équation-bilan de la fission et de la fusion nucléaire et préciser les lois que respecte cette équation-bilan.
- Utiliser des formules pour calculer des paramètres clés tels que la période radioactive et la décroissance radioactive
- Appliquer des concepts mathématiques pour comprendre et expliquer la loi de décroissance radioactive
- Discuter du processus de fission nucléaire, de son utilisation dans les centrales nucléaires et des implications environnementales
- Expliquer la fusion nucléaire, son rôle dans les étoiles, et les recherches pour son utilisation comme source d'énergie sur Terre.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1a**

Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant, et ce à toutes les échelles, de la cellule à la biosphère.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyen ou citoyenne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### **Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

### **Composante 3c**

Percevoir l'impact des actions humaines sur les sphères sociale et environnementale et sur les questions de santé publique ; agir en conséquence en développant des projets collectifs de production technologique orientés vers le mieux-être de sa communauté et la préservation de la biodiversité.

### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

### ***Savoirs***

#### **Sources d'énergie et dérèglement climatique**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Se rappeler les différentes sources d'énergie et préciser celles qui sont fossiles, nucléaires, renouvelables et non-renouvelables en soulignant leurs caractéristiques principales.
- Expliquer comment les différentes sources d'énergie sont

### ***Propositions d'activités d'apprentissage***

#### **Sources d'énergie et dérèglement climatique**

- Les élèves effectuent des recherches sur les sources d'énergie fossiles, renouvelables et nucléaires et présentent leurs avantages et inconvénients.
- Les élèves se focalisent sur l'impact environnemental d'une source d'énergie spécifique, en se concentrant sur les émissions de gaz à effet de serre, la pollution et la dégradation des écosystèmes. Ils présentent les résultats de

<p>extraites et transformées en énergie utilisable</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Se rappeler ce que c'est que les gaz à effet de serre, la pollution et les écosystèmes.</li> <li>– Expliquer comment certaines sources d'énergie contribuent au dérèglement climatique</li> <li>– Explorer les politiques énergétiques à l'échelle nationale et internationale pour comprendre et expliquer les enjeux énergétiques et climatiques</li> <li>– Explorer les solutions alternatives comme les énergies renouvelables (solaire, éolienne, hydroélectrique) et présenter des défis et opportunités de la transition énergétique.</li> </ul>	<p>recherche et discutent des implications environnementales en faisant le lien entre l'utilisation des sources d'énergie et le dérèglement climatique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A l'aide de simulations, de visualisations, et d'outils interactifs, les élèves explorent les impacts de l'utilisation de l'énergie sur le climat. Ils analysent des données climatiques pour mieux comprendre ces impacts et réfléchissent sur de meilleures stratégies pour réduire l'impact climatique de l'utilisation de l'énergie en examinant les énergies renouvelables comme solutions alternatives.</li> <li>– Les élèves conçoivent un projet ou un modèle utilisant des énergies renouvelables, en soulignant leurs avantages et défis. Ils discutent des opportunités et des obstacles liés à la transition vers les énergies renouvelables.</li> <li>– (<i>Proposition de projet de fin de période ou de fin d'année</i>) Les élèves, sous la supervision de l'enseignant, utilisent de simples matériels pour réaliser une maquette présentant un village alimenté électriquement par différentes sources d'énergie propre comme les énergies éolienne, solaire, hydraulique, etc.</li> <li>– Les élèves étudient et comparent différentes politiques énergétiques nationales et internationales et leur rôle dans la lutte contre le dérèglement climatique. Ils analysent ce qui est déjà proposé comme élément de solution aux différents problèmes posés et examinent leurs applications réelles.</li> </ul>
---	--

certaines sources d'énergie sur l'environnement causant le dérèglement climatique

- Explorer les solutions alternatives comme les énergies renouvelables (solaire, éolienne, hydroélectrique) et discuter des défis et opportunités de la transition énergétique
- Examiner les politiques énergétiques à l'échelle nationale et internationale, et discuter de leur rôle dans la lutte contre le dérèglement climatique.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.

- A leur tour, ils identifient ou proposent des initiatives durables pour réduire l'empreinte carbone au niveau individuel ou communautaire.

*Année : Secondaire 1*

**Unité d'apprentissage B1 : Forces, mouvement et travail : Types de mouvements, caractéristiques des forces et interactions entre les corps et applications.**

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<b><i>Savoirs</i></b>	<b><i>Propositions d'activités d'apprentissage</i></b>
<p><b>Force, mouvement et Interaction</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Caractériser un mouvement</li><li>– Définir trajectoire et citer les différents types de trajectoires</li><li>– Décrire les différents types de mouvement et leurs caractéristiques</li><li>– Définir la vitesse moyenne et la vitesse instantanée</li><li>– Expliciter l'accélération comme variation de la vitesse</li></ul>	<p><b>Force, mouvement et Interaction</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves réalisent des expériences simples pour observer différents types de mouvements (rectiligne, circulaire, curviligne) en décrivant leurs trajectoires. Guidés par leur enseignant, ils analysent ensuite les résultats de ces expériences et discutent des caractéristiques de chaque type de mouvement.</li><li>– Les élèves utilisent des chronomètres et des mètres pour mesurer la vitesse et l'accélération dans diverses situations.</li><li>– Les élèves font des expériences pour montrer comment les forces affectent le mouvement des objets. Ils utilisent en même temps des vecteurs pour représenter les forces et</li></ul>

- Expliciter les effets d'une action sur le mouvement d'un corps
- Comprendre les concepts de force et d'interaction

### Poids et masse

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Définir et comprendre la force d'attraction gravitationnelle
- Énoncer et comprendre la loi de la gravitation universelle
- Comprendre que le poids d'un objet est lié à l'accélération due à la gravité du lieu où se trouve l'objet
- Comprendre que la masse d'un objet est la quantité de matière qui compose l'objet
- Clarifier au moins 5 différences significatives entre le poids et la masse d'un corps

### Notion de pression

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Définir pression, et comprendre comment la pression est exercée par un solide sur une surface
- Connaitre la formule de calcul de la pression produite par un solide sur une surface et préciser les unités de la pression
- Définir hydrostatique et capsule manométrique
- Décrire le fonctionnement d'une capsule manométrique et

pratiquer la somme vectorielle.

- Les élèves mesurent des forces à l'aide de dynamomètres dans différentes expériences. Ils interprètent ces mesures pour comprendre comment elles se rapportent aux concepts de force et de mouvement.

### Poids et masse

- A l'aide d'un dynamomètre, de balance et de plusieurs objets, les élèves mesurent la masse et le poids de ces objets, et comparent les résultats obtenus. Ils utilisent ces résultats pour établir la relation mathématique qui existe entre le poids et la masse d'un corps.
- Les élèves effectuent des recherches sur la force gravitationnelle et présentent la loi de Newton sur la gravitation universelle. Ils expliquent et appliquent la formule de la gravitation pour calculer la force qui s'exerce entre différents objets.
- Les élèves réalisent des expériences pour valider les calculs théoriques du poids et discutent des différences conceptuelles entre poids et masse et de leur importance en physique.
- Les élèves dessinent des vecteurs pour représenter le poids, en tenant compte de la direction et du point d'application. Ils étudient des exemples où la représentation vectorielle du poids est cruciale (par exemple, en ingénierie ou en architecture).
- Les élèves, en groupe, mènent un projet de recherche sur l'effet de la gravité dans diverses situations, comme les voyages spatiaux ou les sports.

<p>déduire les paramètres influençant la différence de pressions entre deux points d'un liquide en équilibre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Énoncer le principe fondamental de l'hydrostatique et établir la formule correspondante</li> <li>- Définir vases communicants et énoncer le principe correspondant</li> <li>- Identifier les applications des vases communicants</li> <li>- Énoncer et comprendre le théorème de Pascal et préciser ses applications</li> <li>- Étudier la pression dans les gaz et la pression atmosphérique</li> </ul> <p><b>Poussée d'Archimède</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Énoncer et comprendre le principe d'Archimède</li> <li>- Identifier les paramètres influençant la poussée d'Archimède</li> <li>- Comprendre les applications de la poussée d'Archimède</li> <li>- Connaitre les conditions qui permettent à un corps de flotter et comprendre le principe des corps flottants</li> <li>- Identifier les applications des corps flottants</li> </ul> <p><b>Savoir-faire et attitudes</b></p> <p><b>Force, mouvement et Interaction</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p>	<p><b>Notion de pression</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avec du sable, de la farine, des coussins, des solides de tailles et de formes différents, etc., les élèves font des expériences pour mettre en évidence la pression produite par un solide sur une surface. Ils profitent pour étudier et préciser les différents facteurs qui influencent cette pression. Ils analysent les résultats et discutent de la relation entre la force appliquée, la surface de contact et la pression résultante.</li> <li>- Les élèves utilisent des récipients troués et de l'eau pour réaliser des expériences simples et mettre en évidence les forces pressantes exercées par un liquide sur les parois d'un récipient. Ils montrent à partir des jets d'eau que la force pressante est normale aux surfaces des parois et que plus les trous sont profonds, plus la pression est grande.</li> <li>- Les élèves utilisent des seringues pour simuler un système hydraulique afin de démontrer le théorème de Pascal.</li> <li>- A l'aide de bidons de dimensions et de formes différentes, du col et des tubes, les élèves construisent un système de distribution d'eau pour appliquer dans la pratique le principe des vases communicants. Ils comprennent que ce principe est utilisé dans la distribution de l'eau dans les villes.</li> <li>- Guidé par l'enseignant, les élèves réfléchissent pour trouver de simples expériences mettant en œuvre la pression atmosphérique, puis réalisent ces expériences.</li> <li>- Avec des seringues, les élèves font de manipulations pour discuter des caractéristiques des gaz (l'air) et de la relation</li> </ul>
--	---

- Calculer et interpréter la vitesse moyenne et la vitesse instantanée
- Comprendre, mesurer et calculer la vitesse moyenne comme variation de la distance et l'accélération comme variation de la vitesse
- Modéliser une interaction par une force et décrire vectoriellement cette force en tant que vecteur en la caractérisant par un point d'application, une direction, un sens et une valeur.
- Relier l'accélération aux forces agissant sur un objet
- Utiliser des instruments comme le dynamomètre pour mesurer l'intensité des forces et identifier ses caractéristiques
- Pratiquer la somme vectorielle de forces pour résoudre des problèmes
- Explorer les applications pratiques des concepts de force et de mouvement

### **Poids et masse**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle
- Représenter vectoriellement le poids d'un corps en précisant ses caractéristiques particulières
- Établir et appliquer la relation qui existe entre le poids et la

- entre la pression exercée sur un gaz et le volume de ce gaz.
- Les élèves mènent des recherches sur un sujet lié à la pression, par exemple, son rôle en météorologie, en ingénierie, ou en médecine, et présentent leurs découvertes.

### **Poussée d'Archimède**

- Les élèves utilisent des instruments de mesure, de l'eau et différents objets pour quantifier la force de poussée et le volume de liquide déplacé afin de montrer le lien qui existe entre eux.
- Les élèves réalisent des expériences simples en immergeant des objets de différentes formes et tailles dans l'eau pour mesurer la poussée subie et comprendre quels facteurs influencent la poussée d'Archimède.
- Les élèves font des expériences pour observer la flottabilité. Par exemple, mesurer le déplacement d'eau par différents objets.

masse d'un corps.

- Résoudre des problèmes relatifs au calcul du poids, de la masse et de l'accélération de la pesanteur.

### **Notion de pression**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Mettre en évidence la pression produite par un solide sur une surface et préciser les facteurs qui influencent cette pression
- Résoudre des problèmes impliquant le calcul de la pression à partir de la force et de la surface
- Mettre en évidence les forces pressantes exercées par un liquide sur les parois d'un récipient
- Explorer la pression en un point d'un liquide et le principe fondamental de l'hydrostatique
- Déterminer par le calcul la différence de pression entre deux points d'un liquide en équilibre
- Appliquer le théorème de Pascal dans des contextes pratiques
- Explorer les implications de la pression dans divers domaines
- Explorer les applications pratiques des vases communicants et du théorème de Pascal
- Utiliser des baromètres pour mesurer la pression atmosphérique

- Comprendre l'impact de la pression atmosphérique sur le climat et la météorologie

### **Poussée d'Archimède**

- Réaliser des expériences pour mettre en évidence et mesurer la poussée d'Archimède, et observer la flottabilité
- Représenter vectoriellement la force correspondant à la poussée d'Archimède
- Utiliser des compétences analytiques pour comprendre et Résoudre des problèmes relatifs au calcul de la poussée d'Archimède sur différents objets et à la flottabilité
- Appliquer le principe d'Archimède pour résoudre des problèmes pratiques et théoriques liés à la flottabilité
- Réaliser des recherches documentaires sur les notions étudiées afin d'explorer les applications pratiques du principe d'Archimède et du principe des corps flottants dans divers contextes, comme la conception de navires ou de sous-marins
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes physiques et leur application dans le monde réel.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre

processus d'apprentissage.

- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.
- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.
- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.

*Année : Secondaire 2*

*Unité d'apprentissage B2 : Forces, mouvement et travail : Équilibre d'un corps soumis à un système de forces et description du mouvement.*

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1** - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2** - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche

expérimentale.

### Composante 2c

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

### Compétence 3 - Se situer et agir en citoyen ne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.

### Composante 3b

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

### Composante 3d

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Équilibre d'un solide soumis à deux forces</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Examiner les forces qui entre en jeu lorsqu'un solide soumis à deux forces est en équilibre sur un plan horizontal, sur un plan incliné ou suspendu</li><li>– Préciser et comprendre les conditions d'équilibre d'un solide soumis à deux forces sur un plan horizontal, sur un plan</li></ul>	<p><b>Équilibre d'un solide soumis à deux forces</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves utilisent différents objets, des cordes, des dynamomètres et des supports (horizontal, incliné) pour réaliser l'équilibre de ces objets et mesurer les forces impliquées, comme la tension dans les cordes ou la réaction des supports. Ils analysent et discutent des résultats pour comprendre comment les forces s'équilibrivent.</li><li>– Les élèves dessinent des diagrammes de corps libre pour différents objets en équilibre, en identifiant et représentant</li></ul>

incliné ou suspendu.

- Étudier l'équilibre d'un solide suspendu par une corde ou un câble, en se concentrant sur la notion de tension dans le matériau de suspension
- Utiliser des diagrammes de corps libre pour analyser l'équilibre et discuter de l'importance de ces diagrammes dans la compréhension de l'équilibre.

**Équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles.**

**Équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Examiner les forces qui entrent en jeu lorsqu'un solide soumis à trois forces est en équilibre
- Préciser et comprendre les conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces concourantes.
- Présenter l'équilibre d'un solide soumis à n forces.
- Expliquer l'effet d'une force sur un solide mobile autour d'un axe.
- Définir couple de forces et en donner des exemples.
- Présenter la formule de calcul du moment d'un couple de forces.

vectoriellement toutes les forces en jeu. Ils discutent de l'importance des diagrammes de corps libre dans la compréhension de l'équilibre.

- Les élèves examinent des cas réels où l'équilibre d'un solide joue un rôle crucial, comme dans la conception de ponts ou de bâtiments, ce qui leur permet d'explorer les applications pratiques de l'équilibre statique.
- Les élèves mènent des projets de recherche collectifs sur l'application des principes d'équilibre dans des domaines tels que l'ingénierie, l'architecture ou le sport. Ils présentent dans la classe les résultats de leurs projets sous forme de rapports ou de présentations orales.

**Équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles.**

**Équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe**

- Les élèves utilisent différents objets, des cordes, des dynamomètres et des supports (horizontal, incliné) pour réaliser l'équilibre de ces objets et mesurer les forces impliquées, comme la tension dans les cordes ou la réaction des supports. Ils analysent et discutent des résultats pour comprendre comment les forces s'équilibrivent.
- Les élèves dessinent des diagrammes de corps libre pour différents objets en équilibre, en identifiant et représentant vectoriellement toutes les forces en jeu. Ils discutent de l'importance des diagrammes de corps libre dans la compréhension de l'équilibre.

### **Modélisation d'une action sur un système**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Définir : système étudié, système extérieur, action de contact, action à distance, modéliser.
- Identifier les effets d'une action mécanique sur un système.
- Distinguer action mécanique de contact et action mécanique à distance.
- Expliciter le mouvement d'un objet tombant sur la terre et celui de la Lune autour de la Terre.
- Comprendre la différence entre poids et masse et leur relation avec la force gravitationnelle
- Énoncer et comprendre le principe des actions réciproques ou principe de l'action et de la réaction et la loi de gravitation universelle.
- Expliquer pourquoi un objet n'a pas le même poids suivant l'astre sur lequel il se trouve.
- Acquérir une compréhension fondamentale des actions mécaniques, des forces, et de leur modélisation

### **Le principe d'inertie**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Les élèves examinent des cas réels où l'équilibre d'un solide joue un rôle crucial, comme dans la conception de ponts ou de bâtiments, ce qui leur permet d'explorer les applications pratiques de l'équilibre statique.
- Les élèves mènent des projets de recherche collectifs sur l'application des principes d'équilibre dans des domaines tels que l'ingénierie, l'architecture ou le sport. Ils présentent dans la classe les résultats de leurs projets sous forme de rapports ou de présentations orales.
- Les élèves utilisent des outils comme des tournevis, pince électrique, tire-bouchon, clé, etc. et des objets comme un morceau de bois dans lequel est inséré une vis ou un boulon avec écrou, puis une bouteille fermée par un bouchon de liège pour exercer des forces ou des couples de forces afin de produire des moments. Ils cherchent à comprendre les effets produits et à établir les formules relatives au calcul du moment.

### **Modélisation d'une action sur un système**

- Avec des dynamomètres, les élèves mesurent le poids et la masse d'objets variés et créent des graphes montrant leur relation. Ils profitent pour discuter des implications de ces mesures dans différents contextes, comme sur d'autres planètes ou astres.
- Les élèves réalisent des expériences avec des ballons remplis d'air, puis relâchés, modélisant des systèmes de propulsion comme des moteurs de fusée afin de mettre en évidence la

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir réaction d'un support et tension d'un fil, puis préciser leurs caractéristiques.</li> <li>- Expliquer que dans un référentiel inertiel, un objet reste en repos ou en mouvement rectiligne uniforme si aucune force n'agit sur lui</li> <li>- Expliquer le concept de compensation en relation avec les forces et le mouvement</li> <li>- Identifier si des actions mécaniques se compensent à partir de la somme vectorielle des forces qui les modélisent.</li> <li>- Identifier à partir de la nature de son mouvement si un objet soumis à des actions mécaniques qui se compensent.</li> <li>- Connaitre la nature du mouvement d'un objet à partir du bilan des actions qui agissent sur lui.</li> <li>- Énoncer et exploiter le principe d'inertie tout en précisant le type de référentiel dans lequel il est applicable.</li> <li>- Discuter de la contraposée du principe d'inertie, indiquant qu'un changement de mouvement implique l'action de forces.</li> <li>- Préciser les raisons qui empêchent la Terre de poursuivre un mouvement rectiligne uniforme dans l'espace et illustrer.</li> <li>- Comprendre la chute libre des corps.</li> <li>- Expliquer comment varie le vecteur vitesse, le vecteur poids et le mouvement d'un objet lancé verticalement vers le haut pendant la montée, puis la descente de cet objet.</li> <li>- Comprendre que la variation du vecteur vitesse d'un corps</li> </ul>	<p>troisième loi de Newton (le principe de l'action et de la réaction).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves mènent des projets de recherche en astronomie pour examiner des applications pratiques où la gravitation et les forces jouent un rôle crucial, comme dans les satellites ou les voyages spatiaux.</li> <li>- Les élèves utilisent des balances à ressort ou des dynamomètres pour observer des actions mécaniques exercées par des objets, mesurer les forces appliquées sur ces objets afin d'appliquer le principe des actions réciproques (3<sup>e</sup> loi de Newton).</li> <li>- Les élèves utilisent des données réelles pour modéliser et calculer les interactions gravitationnelles entre la Terre et la Lune par la représentation vectorielle des forces d'interaction.</li> </ul> <p><b>Le principe d'inertie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves utilisent des billes, de petits charriots ou voitures et des surfaces lisses comme des miroirs pour réaliser des expériences permettant de mettre en évidence le principe d'inertie.</li> <li>- Les élèves lancent des objets verticalement vers le haut ou le relâchent en chute sans vitesse initiale pour étudier leur variation de vitesse due à une force extérieure et l'application du principe d'inertie.</li> <li>- Les élèves utilisent des plans inclinés pour mettre des objets</li> </ul>
--	---

s'effectue dans le même sens que la somme des forces agissant sur ce corps.

### **Quantité de mouvement**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Définir le concept de vecteur quantité de mouvement comme un vecteur, incluant la quantité de mouvement d'un solide ou d'un système mécanique formé de deux solides.
- Distinguer un système isolé et un système pseudo-isolé.
- Énoncer, comprendre et appliquer le principe de conservation du vecteur quantité de mouvement dans les systèmes isolés et pseudo-isolés
- Citer des applications pratiques de la quantité de mouvement d'un solide ou d'un système

### **Savoir-faire et attitudes**

#### **Équilibre d'un solide soumis à deux forces**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Écrire les équations vectorielles (bilan) des forces lorsqu'un solide soumis à deux forces est en équilibre sur un plan horizontal, sur un plan incliné ou suspendu.
- Utiliser des balances à ressort pour mesurer les forces en jeu

en mouvement ou en équilibre afin d'étudier le mouvement et les forces en jeu et chercher à observer le principe d'inertie et les effets des forces non compensées.

- Les élèves mènent des projets de recherche sur des applications pratiques du principe d'inertie, comme dans les véhicules ou les sports. Ils présentent leurs travaux en classe et organisent des discussions sur l'importance de ce principe.

### **Quantité de mouvement**

- Les élèves mènent des recherches sur des exemples de systèmes isolés et pseudo-isolés, et présenter les résultats. Ils discutent de l'importance de ces concepts en physique et de leurs applications pratiques.
- Les élèves provoquent le rebondissement des balles, la collision entre des chariots, des voitures ou des balles pour observer le phénomène de la conservation de la quantité de mouvement.
- Les élèves organisent des discussions en classe sur l'importance de la conservation de la quantité de mouvement en physique et examinent des cas réels, comme dans les lancements de fusées, où la conservation de la quantité de mouvement joue un rôle crucial.
- Dans les domaines des sports, des transports ou de la sécurité routière, les élèves effectuent des recherches sur l'application de la quantité de mouvement. Ils présentent les résultats de ces recherches sous forme de rapports ou de présentations orales.

et illustrer la notion de tension

- Dessiner des diagrammes de corps libre pour représenter les forces agissant sur un solide en équilibre
- Représenter vectoriellement les forces agissant sur le solide en équilibre sur un plan horizontal, sur un plan incliné ou suspendu.
- Réaliser des expériences pour observer l'équilibre de différents objets sous l'action de deux forces, comme des poids suspendus ou des objets en équilibre sur des surfaces planes ou inclinées
- Résoudre des problèmes mathématiques liés à l'équilibre pour calculer les forces nécessaires pour maintenir un objet en équilibre, en utilisant des principes de base de la mécanique.

**Équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles.**

**Équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Écrire les équations vectorielles (bilan) des forces lorsqu'un solide soumis à trois forces est en équilibre
- Utiliser des balances à ressort pour mesurer les forces en jeu et illustrer la notion de tension
- Dessiner des diagrammes de corps libre pour représenter les forces agissant sur un solide en équilibre

- Représenter vectoriellement les forces agissant sur le solide en équilibre
- Réaliser des expériences pour observer l'équilibre de différents objets sous l'action de trois forces
- Examiner des situations de la vie courante où des solides subissent les effets d'une force par rapport à un axe ou les effets d'un couple de forces
- Déterminer le moment d'une force par rapport à un axe.
- Réaliser des expériences pour observer l'action d'une force sur un solide par rapport à un axe ou l'action d'un couple de forces sur un objet
- Résoudre des problèmes mathématiques liés à l'équilibre pour calculer les forces nécessaires pour maintenir un objet en équilibre, en utilisant des principes de base de la mécanique
- Appliquer la formule de calcul du moment d'un couple de forces dans la résolution de problèmes.

### **Modélisation d'une action sur un système**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Réaliser des expériences pour observer les effets des forces et illustrer la troisième loi de Newton
- Représenter les actions mécaniques et les forces sur un système à l'aide de diagrammes objets-interactions (DOI).

- Modéliser une interaction par une force en précisant toutes les caractéristiques.
- Représenter vectoriellement l’interaction entre deux corps, puis caractériser et comparer les forces d’interaction.
- Comprendre et le principe des actions réciproques ou principe de l’action et de la réaction
- Appliquer la loi de gravitation universelle pour établir l’expression vectorielle de la force d’interaction gravitationnelle et calculer la valeur de cette force.
- Établir la courbe de l’évolution du poids d’un objet (sur la Terre) en fonction de sa masse.
- Comparer les expressions vectorielles du poids d’un système et de la force d’interaction gravitationnelle s’exerçant sur lui par la surface d’une planète pour établir l’expression de l’intensité de pesanteur à la surface de cette planète.
- Calculer la valeur de l’intensité de la pesanteur à la surface de la Terre à partir de son expression vectorielle.

### Le principe d’inertie

Tout le long du cours et à la fin de la période, l’élève doit être en mesure de :

- Représenter vectoriellement la réaction d’un support horizontal ou d’une pente sur un objet qui y est déposé, de même que les forces qui s’opposent à ces réactions pour les

compenser.

- Représenter vectoriellement la tension d'un fil dont un objet y est suspendu verticalement ou obliquement et dans les deux cas les autres forces agissant sur cet objet.
- Comparer les deux forces modélisant deux actions mécaniques.
- Mettre en évidence la propulsion d'un corps expérimentalement et modéliser les forces d'interaction en présence.
- Savoir faire le bilan des actions mécaniques agissant sur un objet et écrire la relation vectorielle correspondant.
- Représenter vectoriellement deux forces qui modélisent des actions mécaniques qui se compensent en agissant sur un système.
- Examiner des cas où les objets sont immobiles ou se déplacent en mouvement rectiligne uniforme pour illustrer le principe d'inertie
- Établir le lien entre la variation du vecteur vitesse d'un point et la somme des forces qui modélisent les actions mécaniques qui agissent sur ce point.
- Savoir utiliser une chronophotographie pour représenter les forces qui modélisent les actions qui agissent, étudier la variation du vecteur vitesse et le mouvement d'un objet.
- Modéliser les actions de frottements de l'air sur un parachute, expliciter le mouvement de chute et préciser

comment est la somme des forces.

- Résoudre des problèmes où la variation de vitesse est reliée aux forces agissant sur un système.
- Explorer le concept de chute libre comme un exemple de variation de vitesse due à une force extérieure (gravité).
- Réaliser des expériences de chute libre et discuter de leurs implications
- Étudier le mouvement d'objets sur un plan incliné pour observer les effets des forces non compensées.
- Réaliser des expériences pour analyser le mouvement sur des plans inclinés et application du principe d'inertie.

### **Quantité de mouvement**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Discuter de l'importance de la quantité de mouvement et de ses applications pratiques
- Calculer et représenter le vecteur quantité de mouvement pour un solide et un système mécanique
- Établir les formules qui découlent de la conservation du vecteur de mouvement
- Réaliser des recherches documentaires sur l'application de la quantité de mouvement dans divers domaines

- Poser des questions pertinentes et chercher à comprendre les phénomènes étudiés.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les sources d'erreur.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe.
- Présenter des résultats et des explications de manière cohérente et compréhensible.
- Appliquer avec soin les méthodes de mesure et de calcul.
- Respecter les normes de sécurité en laboratoire et faire preuve de responsabilité environnementale.
- Participer activement aux activités proposées et prendre en charge son propre processus d'apprentissage.

Unité d'apprentissage B3 : *Forces, mouvement et travail : Étude cinématique du point.*

**Compétence(s) ciblée(s) :**

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

### Composante 2c

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyen ou citoyenne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### Composante 3a

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### Composante 3b

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

### Composante 3d

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de : <b>Description d'un mouvement</b> Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de : <ul style="list-style-type: none"><li>– Définir système, période de révolution, inclinaison, apogée et périgée, repère.</li><li>– Savoir qu'une représentation spatiale est liée à l'espace et étudier un événement temporel c'est le situer dans le temps.</li><li>– Préciser les différents moyens de repérage des systèmes en mouvement dans l'espace et dans le temps : cartes, GPS, satellites, etc.</li></ul>	<b>Description d'un mouvement</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves analysent les mouvements de plusieurs objets dans différents référentiels, comme un ballon se déplaçant dans une voiture avec des passagers qui regardent des arbres sur la route et qui sont vus par quelqu'un debout au bord de la route. Ils discutent de la relativité du mouvement selon le référentiel choisi.</li><li>– Les élèves réalisent des expériences pour</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier les échelles spatiales et temporelles utilisées pour repérer la position d'un système au cours du temps.</li> <li>- Définir référentiel, rétrograde, trajectoire d'un point et translation.</li> <li>- Distinguer le référentiel terrestre, le référentiel géocentrique et le référentiel héliocentrique.</li> <li>- Savoir choisir un référentiel pour bien étudier les positions et le mouvement d'un système.</li> <li>- Expliciter le phénomène de la relativité du mouvement.</li> <li>- Savoir qu'une trajectoire est aussi une courbe orientée qui indique le sens et la direction du mouvement.</li> <li>- Définir vecteur et préciser à quoi correspond la norme du vecteur vitesse.</li> <li>- Définir chronophotographie et savoir en interpréter une par rapport au mouvement d'un objet.</li> <li>- Distinguer un mouvement rectiligne non uniforme et un mouvement rectiligne uniforme.</li> <li>- Caractériser les variations de mouvement à l'aide du vecteur vitesse.</li> <li>- Énoncer le principe d'inertie et sa contraposée.</li> <li>- Comprendre que moins un objet est lourd, plus sa vitesse augmente, donc la variation de vitesse d'un système durant un intervalle de temps est inversement proportionnelle à la masse de ce système.</li> <li>- Savoir que la force qui modélise l'action requise pour modifier la vitesse d'un système est proportionnelle à la masse de ce système.</li> </ul>	<p>observer le mouvement rectiligne, en utilisant des pistes, de petites voitures (jouet), des balles de tennis et des chronomètres. Ils collectent et analysent des données pour étudier les mouvements uniformes et accélérés et profitent pour tracer et analyser les trajectoires de mouvement.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves utilisent une chronophotographie relative au mouvement d'un objet, l'observent et l'interprètent en fonction des informations qu'elle fournit afin de caractériser le mouvement de l'objet en question.</li> <li>- Les élèves réalisent deux représentations vectorielles où les vecteurs variation de vitesse sont les mêmes, mais les vecteurs somme vectorielle des forces différents pour deux systèmes dont la masse du deuxième est le double de la masse du premier.</li> <li>- Les élèves mènent des projets de recherche sur l'application des principes de la cinématique dans des domaines tels que le sport, les transports ou la technologie. Ils présentent leurs travaux de recherches devant la classe et discutent des informations obtenues.</li> </ul>
--	---

## *Savoir-faire et attitudes*

### **Description d'un mouvement**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Interpréter les coordonnées géographiques d'un système, soit sa latitude, sa longitude et son altitude.
- Placer les coordonnées d'un point matériel dans un repère pour analyser son mouvement.
- Décrire le mouvement d'un point dans différents référentiels
- Représenter un vecteur dans un repère et calculer ses composantes.
- Calculer et représenter le vecteur vitesse moyenne d'un point.
- Construire le vecteur vitesse en un point d'une trajectoire et écrire sa formule de calcul vectoriel en fonction des points précédent et suivant.
- Construire le vecteur variation de vitesse en un point en fonction des vecteurs vitesse des points précédent et suivant.
- Représenter les vecteurs vitesse d'un point en plusieurs positions de sa trajectoire, de même que les vecteurs variation de vitesse, puis identifier le type de mouvement de ce point dans différents cas.
- Calculer et interpréter les vecteurs de déplacement et de vitesse
- Montrer, à l'aide d'exemples et de tracé vectoriel, que la somme des forces agissant sur un système ponctuel en déplacement a même direction et même sens que le vecteur variation de vitesse de ce système.
- Établir que la variation de vitesse pendant un intervalle de temps petit est égale à la force par unité de masse et écrire la relation vectorielle correspondant.
- Explorer le principe d'inertie et sa contraposée, et le lien entre la variation de vitesse et les forces

- Analyser la somme vectorielle des forces et son impact sur la variation de vitesse
- Examiner comment la masse influence la variation de vitesse et la relation entre force et masse
- Utiliser une chronophotographie pour décrire le mouvement d'un point et l'évolution de son vecteur vitesse.
- Comprendre et analyser les caractéristiques du mouvement rectiligne, y compris les mouvements uniformes et accélérés
- Pratiquer la résolution de problèmes impliquant le mouvement rectiligne
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.
- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.
- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.

Compétence(s) ciblée(s) :

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène

naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

#### ***Savoirs***

##### ***Travail et puissance d'une force, conservation de l'énergie d'un système***

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Comprendre le concept de travail en physique et sa relation avec la force et le déplacement, puis définir force constante et travail d'une force constante.
- Expliciter le travail d'une force constante au cours d'un déplacement rectiligne de son point d'application.
- Expliciter le travail d'une force constante au cours d'un déplacement quelconque de son point d'application.
- Expliciter le travail d'une force de moment constant appliquée à un solide en mouvement de rotation autour d'un axe.
- Définir une machine simple et en donner des exemples de machines simples.

#### ***Propositions d'activités d'apprentissage***

##### ***Travail et puissance d'une force, conservation de l'énergie d'un système***

- Les élèves utilisent le matériel adéquat pour construire des machines simples et cherchent à comprendre comment le travail y est conservé.
- Les élèves utilisent des équipements appropriés pour mesurer le travail effectué par les forces afin d'observer les changements d'énergie et comprendre la relation entre le travail et les changements d'énergie. Ils analysent les résultats et discutent sur les implications du principe de conservation de l'énergie
- Les élèves mènent des projets de recherche sur des sujets spécifiques liés au travail et à l'énergie, comme les énergies renouvelables ou l'efficacité

- Exploiter la conservation du travail dans une machine simple et se référer au principe d'inertie.
- Définir le rendement d'une machine simple et écrire la formule correspondante.
- Comprendre quand est-ce qu'un système possède de l'énergie.
- Présenter diverses formes d'énergie.
- Comprendre comment l'énergie se transforme d'une forme à une autre tout en restant conservée
- Comprendre la conservation de l'énergie d'un système et étudier le principe de conservation de l'énergie dans les systèmes fermés.
- Comprendre comment le travail effectué sur un objet affecte son énergie cinétique et potentielle
- Comprendre la notion de puissance d'une force.
- Distinguer la puissance moyenne et la puissance instantanée, puis écrire les formules correspondant aux divers cas décrits.

### *Savoir-faire et attitudes*

#### *Travail et puissance d'une force, conservation de l'énergie d'un système*

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Discuter du travail effectué par une force en fonction de la direction de cette force et de celle du déplacement qu'elle produit.
- Examiner le principe de conservation de l'énergie et l'appliquer dans divers contextes, comme en mécanique, en thermodynamique, et dans la vie quotidienne
- Construire des machines simples et y exploiter la conservation du travail.

énergétique. Ils présentent les résultats en classe sous forme de rapports écrits ou de présentations orales.

- Réaliser des expériences pour mesurer le travail et observer la conservation de l'énergie.
- Résoudre des problèmes mathématiques et conceptuels impliquant le calcul du travail effectué par différentes forces et de l'énergie.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.
- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.
- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche

expérimentale.

### Composante 2c

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

### **Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### Composante 3a

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### Composante 3d

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

## *Savoirs*

### **Le mouvement**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Définir cinématique.
- Présenter le caractère relatif du mouvement.
- Comprendre la notion de point mobile.
- Savoir repérer dans le temps tout en donnant la définition de « durée » et « horloge ».
- Savoir quand le mouvement d'un point est dit rectiligne.
- Savoir quand un mouvement rectiligne est dit uniforme (m.r.u).
- Savoir quand un mouvement rectiligne est dit uniformément varié

## *Propositions d'activités d'apprentissage*

### **Le mouvement**

- A partir de différents exemples donnés par l'enseignant, les élèves ouvrent un débat sur le caractère relatif du mouvement et cherchent à comprendre la notion de référentiel.
- A l'aide de chronomètres, d'objets pouvant rouler et de surfaces planes prises comme pistes, les élèves en petits groupes réalisent différents types de mouvements rectilignes. Ils utilisent également des instruments de mesure de longueur pour déterminer la vitesse et l'accélération moyennes des mobiles utilisés.

(m.r.u.v.).

- Savoir quand un mouvement rectiligne est dit sinusoïdal.
- Définir période, fréquence et oscillation d'un mouvement rectiligne sinusoïdal et écrire la relation entre la période et la fréquence.
- Savoir quand le mouvement d'un point est dit circulaire.
- Savoir quand un mouvement circulaire est dit uniforme et préciser les conséquences correspondantes.
- Savoir quand un mouvement circulaire est dit uniformément varié.
- Savoir quand un mouvement circulaire est dit sinusoïdal.
- Définir un solide et distinguer le mouvement de translation et le mouvement de rotation d'un solide.

### Les lois de Newton

- Définir Dynamique et comprendre ce que c'est qu'un système, un système dynamique et milieu extérieur.
- Comprendre la notion de point matériel.
- Présenter les caractéristiques d'un système.
- Faire un rappel à propos du barycentre G de n points, de sa relation de définition et de sa propriété.
- Distinguer forces intérieures et forces extérieures et en donner des exemples.
- Comprendre ce que c'est qu'un système isolé et un système pseudo-isolé, puis en donner des exemples.
- Énoncer le principe des actions réciproques et préciser ses particularités.
- Énoncer le principe d'inertie tout en précisant sa réciproque.

- En se servant de lecteur CD, ils réalisent différents types de mouvements circulaires en faisant varier la vitesse de rotation du moteur pour étudier et déterminer les caractéristiques de tels mouvements.
- Ils discutent aussi sur les forces impliquées dans les mouvements circulaires.
- Les élèves mènent des recherches sur les applications des différents types de mouvements. Après la présentation des résultats, ils analysent des situations réelles où les concepts de mouvement sont appliqués, comme dans les sports ou les transports.
- Ils utilisent également des logiciels de simulation pour visualiser ces mouvements et font varier des paramètres comme la forme de la trajectoire, la vitesse, l'accélération pour mieux explorer des variations dans les mouvements réalisés.
- Sous la supervision de l'enseignant, les élèves tracent et interprètent des graphiques vitesse-temps et accélération-temps. Ils cherchent à comprendre comment évolue la vitesse ou l'accélération d'un véhicule en fonction du temps.
- Les élèves participent à des travaux dirigés pour résoudre des problèmes sur les mouvements en utilisant des formules de calcul de la vitesse et de l'accélération.

- Définir un référentiel galiléen et en donner des exemples.
- Énoncer le théorème du centre d'inertie et présenter son cas particulier et ses limites de validité.
- Distinguer la dynamique du solide en translation.
- Comprendre le théorème de Huygens et sa condition d'utilisation.
- Choisir un référentiel d'étude suivant les cas d'étude.

#### **Application des lois de newton aux mouvements rectilignes uniformément variés**

- Se rappeler ce que c'est que la chute libre et en donner des exemples.
- Comprendre la chute libre des corps et ses particularités.
- Comprendre que le vecteur accélération du centre d'inertie dans les mouvements de chute libre est égal au vecteur champ de pesanteur
- Distinguer un plan incliné parfaitement lisse et un plan incliné rugueux.
- Savoir que si la vitesse d'un projectile dans le champ de pesanteur est non nulle, le mouvement de chute de ce projectile est parabolique dans un plan vertical.
- Comprendre le mouvement d'un solide sur un plan incliné.
- *Connaitre les formules relatives aux mouvements rectilignes uniformes*

#### **Application des lois de Newton aux mouvements circulaires uniformes**

- Se rappeler ce que c'est qu'un pendule et pourquoi dit-on pendule conique et la tension d'un fil tendu.
- *Expliquer ce que c'est qu'un virage, un satellite, une période de révolution*

#### **Les lois de Newton**

- Les élèves mènent des projets de recherche sur des applications pratiques des lois de Newton et de la dynamique des solides en ingénierie ou en technologie, dans les véhicules ou les structures mécaniques. Suite à la présentation des résultats, ils discutent en classe sur l'importance des lois de Newton dans la compréhension des phénomènes physiques.
- Les élèves utilisent des logiciels de simulations pour visualiser le principe d'inertie dans différents référentiels. Ils analysent également le mouvement du centre d'inertie d'un système.
- Ils explorent le théorème de Huygens sur la rotation des corps et utilisent des modèles et des démonstrations pour expliquer et appliquer ce théorème.
- Sous le guidage de l'enseignant, les élèves en petits groupes appliquent des méthodes mathématiques pour modéliser et résoudre des problèmes impliquant les lois de Newton et la dynamique du solide en translation et en rotation

#### **Application des lois de Newton aux mouvements rectilignes uniformément variés**

- Les élèves réalisent des expériences de chute

- Connaitre les formules relatives aux mouvements circulaires uniformes.

### **Savoir-faire et attitudes**

#### **Le mouvement**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Présenter les paramètres cinématiques d'un point: paramètres de position, vecteur vitesse et vecteur accélération.
- Présenter les paramètres cinématiques d'un mouvement rectiligne, le sens de la vitesse et celui de l'accélération par rapport au mouvement.
- Présenter les caractéristiques d'un mouvement rectiligne uniforme et établir l'équation horaire d'un tel mouvement.
- Présenter les caractéristiques d'un mouvement rectiligne uniformément varié et établir l'équation horaire et d'autres relations caractéristiques d'un tel mouvement.
- Présenter les caractéristiques d'un mouvement rectiligne sinusoïdal et établir l'équation horaire et l'équation différentielle d'un tel mouvement.
- Présenter les paramètres cinématiques d'un mouvement circulaire.
- Présenter les équations caractéristiques d'un mouvement circulaire uniformément varié, son équation horaire et ses particularités.
- Présenter l'équation horaire et les caractéristiques d'un mouvement circulaire sinusoïdal.

#### **Les lois de Newton**

- Présenter la dynamique du solide en rotation en se rappelant l'expression du moment d'inertie de quelques solides par rapport à un axe.

libre pour observer directement les effets de la gravité, appliquer les lois de Newton et mesurer le temps de chute et la vitesse. Avec l'appui de l'enseignant, ils analysent le mouvement et établissent l'équation du mouvement de chute libre et la relation entre les vecteurs accélération du centre d'inertie et du champ de pesanteur.

- Les élèves réalisent des expériences pratiques du mouvement sur un plan incliné, soit lisse, soit rugueux pour étudier les effets de la friction et de l'inclinaison sur le mouvement. Ils travaillent à l'établissement de l'équation horaire et la relation entre l'accélération du solide, la valeur du champ de pesanteur, l'angle d'inclinaison du plan et la valeur des forces de frottement.
- Ils appliquent les lois de Newton pour modéliser le mouvement des projectiles et prédire leur trajectoire comme dans les sports ou les technologies spatiales.
- Les élèves réalisent des projets de recherche sur des applications des lois de Newton dans des contextes variés comme en balistique, ingénierie, technologie, environnement pour modéliser et calculer les forces et les accélérations. Après présentation des projets, ils discutent sur les implications et les applications de ces lois.
- Les élèves utilisent des logiciels de simulation pour visualiser et explorer le mouvement d'une

- Établir les lois des mouvements dans un champ uniforme.
- Faire le bilan des forces extérieures appliquées à un système sur un schéma clair.
- Appliquer le principe d'inertie et discuter le cas particulier du théorème du centre d'inertie.
- Exploiter une relation arithmétique, algébrique

### **Application des lois de Newton aux mouvements rectilignes uniformément variés**

- Réaliser l'étude dynamique de la chute libre en établissant l'équation du mouvement de chute libre et la relation entre les vecteurs accélération du centre d'inertie et du champ de pesanteur.
- Réaliser l'étude du mouvement d'un solide sur un plan incliné parfaitement lisse en établissant l'équation horaire et la relation entre l'accélération du solide, la valeur du champ de pesanteur et l'angle d'inclinaison du plan.
- Réaliser l'étude du mouvement d'un solide sur un plan incliné rugueux en établissant l'équation horaire et la relation entre l'accélération du solide, la valeur du champ de pesanteur, l'angle d'inclinaison du plan et la valeur des forces de frottement.
- Réaliser l'étude du mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur supposé uniforme, avec toutes ses particularités et déterminer les paramètres cinématiques (accélération, vitesse et position) d'un tel mouvement et l'équation de la trajectoire correspondant.
- Réaliser l'étude du mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme à partir d'un cas d'étude bien détaillé pour déterminer les paramètres cinématiques du mouvement, l'équation de la

particule chargée dans un champ électrique. Ils y appliquent les lois de Newton pour calculer la trajectoire et l'accélération de la particule dans le champ en question.

- En petits groupes et sous la supervision de l'enseignant, les élèves résolvent des problèmes mathématiques et physiques liés aux mouvements rectilignes uniformément variés.

### **Application des lois de Newton aux mouvements circulaires uniformes**

- Les élèves réalisent des expériences pratiques pour observer le mouvement du pendule conique et appliquer les lois de Newton pour analyser les forces en jeu. Ils y appliquent les lois de Newton pour analyser les forces et les accélérations dans le mouvement du pendule.
- Les élèves utilisent des modèles et des logiciels de simulation pour étudier les forces (centrifuge et centripète) en jeu lorsqu'un véhicule prend un virage. Ils simulent également le mouvement orbital d'un satellite pour comprendre les forces gravitationnelles. Ils calculent la vitesse et la période de révolution du satellite en utilisant les lois de Newton.
- Les élèves mènent des projets de recherche sur des applications pratiques des mouvements circulaires dans divers domaines scientifiques et

trajectoire, la durée du déplacement, etc.

### **Application des lois de Newton aux mouvements circulaires uniformes**

- Représenter le dispositif d'un pendule conique et la figure géométrique correspondant.
- Établir les relations relatives à l'étude du mouvement d'un pendule conique.
- Réaliser l'étude du mouvement d'un véhicule dans un virage, faire la représentation géométrique correspondant et établir les relations relatives à un tel mouvement.
- Réaliser l'étude du mouvement d'un satellite faire la représentation géométrique correspondant et déterminer les paramètres et les conséquences cinématiques d'un tel mouvement.
- Établir les expressions de la vitesse et de la période de révolution d'un satellite.
- Réaliser l'étude dynamique du mouvement de déviation d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.

technologiques comme en aéronautique ou en astrophysique. Lors de la présentation des travaux, ils organisent des discussions en classe sur ces différentes implications et applications.

- Ils examinent des cas réels où les mouvements circulaires jouent un rôle crucial, comme dans les systèmes de navigation par satellite ou les accélérateurs de particules.
- Les élèves utilisent des logiciels de simulation pour visualiser et explorer le mouvement de déviation d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme. Ils y appliquent les lois de Newton pour calculer la trajectoire et l'accélération de la particule dans le champ en question.
- Supervisés par l'enseignant, les élèves en groupe, participent à la résolution de problèmes mathématiques pour calculer les forces, les vitesses et les accélérations dans des mouvements circulaires relatives au pendule, au virage de véhicule, au satellite.

Année : **Secondaire 4**

Série : **MP uniquement**

Unité d'apprentissage B6 : **Forces, mouvement et travail : Définition et propriétés des oscillateurs mécaniques**

**Compétence(s) ciblée(s) :**

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### Composante 3a

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### Composante 3d

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Les systèmes oscillants</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Définir un phénomène périodique</li><li>- Citer les grandeurs physiques qui peuvent être associées à un phénomène périodique.</li><li>- Préciser les caractéristiques d'un phénomène périodique et établir la relation qui les relie.</li><li>- Expliquer les concepts de période, fréquence, et amplitude de manière intuitive</li><li>- Savoir quand un phénomène périodique est dit oscillatoire ou vibratoire et en donner des exemples.</li><li>- Comprendre l'amortissement et l'entretien des oscillations d'un mouvement vibratoire.</li><li>- Savoir que le son capté par un microphone peut être visualisé à l'oscilloscopie.</li><li>- Comprendre les cas particuliers des phénomènes</li></ul>	<p><b>Les systèmes oscillants</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- En traçant des schémas, les élèves réalisent la représentation graphique des fonctions sinusoïdales pour comprendre le concept de vecteur de Fresnel. Sous le guidage de l'enseignant, ils réfléchissent à des exemples pratiques pour illustrer la différence de phase.</li><li>- Les élèves appliquent les connaissances acquises dans la résolution de problèmes et d'exercices pour apprendre à utiliser le vecteur de Fresnel pour représenter graphiquement les fonctions sinusoïdales et étudier la différence de phase entre deux fonctions sinusoïdales de même période.</li><li>- Les élèves mènent un projet de recherche sur une application des phénomènes oscillatoires en ingénierie, en acoustique, etc.). Ils présentent les résultats devant la classe, en mettant l'accent sur l'analyse et les implications des découvertes.</li><li>- Les élèves utilisent des logiciels de simulation pour visualiser les phénomènes oscillatoires et les fonctions</li></ul>

périodiques

### Les oscillateurs mécaniques

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Savoir ce que c'est qu'un oscillateur mécanique.
- Citer des exemples d'oscillateurs mécaniques, connaître les généralités sur les oscillateurs et préciser quand est-ce qu'un oscillateur est amorti.
- Comprendre le phénomène d'amortissement.
- Définir excitateur.
- Comprendre qu'un pendule élastique horizontal non amorti est un oscillateur harmonique de translation.
- Connaitre l'équation différentielle du mouvement d'un pendule élastique horizontal non amorti et la formule permettant de calculer la période propre d'un pendule simple.
- Savoir que l'énergie mécanique totale du pendule élastique vertical non amorti reste constante au cours des oscillations.
- Comprendre que la pendule simple est un cas particulier de pendule pesant.

### *Savoir-faire et attitudes*

#### Les systèmes oscillants

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en

sinusoïdales. Ils profitent pour mesurer la période et l'amplitude des oscillations.

- Ils appliquent les formules de calcul pour justifier les mesures faites.
- Ils utilisent des démonstrations pratiques pour montrer des oscillations naturelles et artificielles. Ils discutent de l'importance de l'amortissement et des méthodes pour entretenir les oscillations.

### Les oscillateurs mécaniques

- Les élèves observent divers phénomènes périodiques comme le mouvement d'un pendule, les cycles lunaires, etc. afin de pouvoir identifier leurs caractéristiques telles que leur période, leur fréquence, et leur amplitude.
- Ils fabriquent un pendule simple, le mettent en fonction pour observer ses oscillations et mesurer ses caractéristiques (période, fréquence, amplitude).
- Ils utilisent des équations différentielles pour analyser le mouvement des oscillateurs et résoudre des problèmes y relatifs.
- Les élèves mènent des projets de recherche sur des applications pratiques des oscillateurs mécaniques, comme en ingénierie ou en acoustique. Ils organisent des discussions en classe sur les implications des oscillateurs mécaniques dans divers domaines scientifiques et technologiques. Ils examinent des cas réels où les oscillateurs mécaniques jouent un rôle crucial, comme

mesure de :

- Interpréter l'étude expérimentale des phénomènes périodiques tout en examinant quelques cas particuliers et le cas spécial des phénomènes périodiques sinusoïdaux.
- Réaliser des expériences pour observer les oscillations et mesurer leurs caractéristiques (période, fréquence, amplitude).
- Réaliser la représentation d'une fonction sinusoïdale par le vecteur de Fresnel et interpréter les figures obtenues.
- Déterminer la différence de phase entre deux fonctions sinusoïdales de même période, tout en étudiant quelques déphasages particuliers.
- Analyser les différents types d'oscillations, y compris les oscillations amorties et entretenues.

dans les horloges ou les instruments de musique.

### **Les oscillateurs mécaniques**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Décrire un pendule élastique et interpréter son fonctionnement en établissant les formules correspondantes.
- Interpréter l'étude dynamique et énergétique des oscillations d'un pendule élastique horizontal et établir les formules correspondantes.
- Interpréter l'étude dynamique et énergétique des oscillations d'un pendule élastique vertical et établir les formules

correspondantes.

- Décrire un pendule de torsion et interpréter l'étude dynamique et énergétique de ses oscillations en établissement la formule correspondante.
- Décrire un pendule pesant et interpréter l'étude dynamique et énergétique de ses oscillations en établissement la formule correspondante.
- Décrire un pendule simple et interpréter son fonctionnement en établissement les formules correspondantes.
- Interpréter le phénomène d'entretien des oscillations et de résonance.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.

<b>Savoirs</b>	<b>Propositions d'activités d'apprentissage</b>
<p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <p><b>Interactions fondamentales</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir qu'il existe 4 interactions fondamentales et comprendre leurs caractéristiques et leurs implications</li> <li>- Distinguer l'interaction gravitationnelle et l'interaction électromagnétique, l'interaction forte et l'interaction faible.</li> <li>- Comprendre forces de gravitation et champs de gravitation.</li> <li>- Explorer en détail la force gravitationnelle, son influence sur les corps massifs, et son rôle dans les phénomènes astronomiques</li> <li>- Savoir que la gravimétrie spatiale utilise l'étude des orbites des satellites artificiels de la Terre pour déterminer le champ gravitationnel terrestre.</li> <li>- Distinguer champ de pesanteur et champ de gravitation.</li> <li>- Connaitre les caractéristiques du champ de gravitation comme champ vectoriel.</li> <li>- Connaitre les raisons de la légère variation de l'intensité du champ de pesanteur à la surface de la Terre : écrasement des pôles et écarts de la densité du sous-sol.</li> <li>- Définir les lignes de champ gravitationnel par rapport à la Terre.</li> <li>- Comprendre forces électriques et champs électriques.</li> <li>- Définir charge électrique et préciser la valeur de la charge électrique élémentaire.</li> <li>- Déterminer le signe de la charge électrique d'un objet frotté.</li> <li>- Savoir interpréter le phénomène d'influence électrostatique et expliquer</li> </ul>	<p><b>Interactions fondamentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves préparent des présentations sur chaque interaction fondamentale, suivies de discussions en classe pour explorer leur rôle dans l'univers comme la formation des étoiles ou la technologie des accélérateurs de particules, les réacteurs nucléaires</li> <li>- Les élèves font des expériences sur les champs électriques et magnétiques afin de mieux comprendre leur interaction avec la matière.</li> <li>- Les élèves réalisent des expériences de pendules ou chutes d'objets pour observer les effets de la gravité, puis d'autres avec des circuits électriques et des aimants pour observer les effets de l'électromagnétisme.</li> <li>- Les élèves font un projet de recherche explorant l'impact des interactions fondamentales dans des domaines comme l'astrophysique, la chimie, la biologie ou la technologie. Ils présentent les résultats sous forme de rapports écrits ou de présentations multimédias.</li> <li>- Les élèves mènent des projets de recherche sur les applications pratiques des forces d'interaction fondamentale dans la technologie, la médecine, l'énergie. Ils présentent les résultats de leurs travaux devant la classe et participent aux discussions pour comprendre comment les forces électromagnétiques sont appliquées.</li> </ul>

<p>la polarité de la molécule d'eau.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Citer des expériences d'électrisation permettant de comprendre le déplacement des charges électrique et la répulsion.</li> <li>- Énoncer la loi de Coulomb et interpréter l'expression des forces d'interaction électrostatiques entre deux charges.</li> <li>- Définir : équipotentielle - cartographier - électriser.</li> <li>- Définir les lignes de champ électrostatique.</li> <li>- Comprendre la force électromagnétique, y compris l'électricité et le magnétisme</li> <li>- Comprendre que la force nucléaire forte est responsable de la cohésion des noyaux atomiques et discuter de son rôle dans les réactions nucléaires et la stabilité des éléments</li> <li>- Aborder la force nucléaire faible et son rôle dans certains types de désintégration radioactive et citer des exemples de processus nucléaires influencés par cette force</li> </ul> <p><b><i>Savoir-faire et attitudes</i></b></p> <p><b>Interactions fondamentales</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modéliser la Terre par un cercle et représenter les champs de gravitation et de pesanteur agissant sur un point de l'espace par rapport à la Terre.</li> <li>- Représenter les lignes de champ gravitationnel par rapport à la Terre</li> <li>- Représenter le champ de vecteurs de gravitation engendré par un objet de masse <math>M</math> sur l'espace qui l'entoure.</li> <li>- Établir l'expression vectorielle du champ de gravitation à partir de l'expression vectorielle de la force de gravitation.</li> </ul>	
---	--

- Représenter un vecteur champ de gravitation engendré par une masse  $M$  en utilisant un vecteur unitaire.
- Représenter le champ de vecteurs de pesanteur près du sol terrestre et préciser la nature de ce champ.
- Représenter un électroscopie et préciser son rôle.
- Déterminer le signe de la charge électrique d'un objet frotté.
- Schématiser le déplacement des charges dans un conducteur par influence électrostatique.
- Illustrer l'interaction électrostatique.
- Représenter les forces d'interaction électrostatiques entre deux charges suivant les signes de ces charges.
- Établir, à l'aide de formules et de schémas, les analogies entre deux forces fondamentales : force de gravitation et force électrostatique.
- Représenter le champ électrique autour d'une particule chargée soit positivement, soit négativement.
- Établir l'expression vectorielle du champ électrostatique à partir de l'expression vectorielle de la force électrostatique.
- Calculer l'intensité du champ électrostatique entre des armatures chargées.
- Représenter les vecteurs champ électrostatique engendrés par une charge positive ou négative.
- Représenter les lignes de champ électrostatique autour d'une particule chargée positivement ou négativement.
- Représenter les lignes de champ électrostatique créés par deux charges ponctuelles égales et de signes contraires ou par deux charges ponctuelles égales et de mêmes signes.
- Discuter de la force électromagnétique, y compris de l'électricité et du

magnétisme

- Examiner la force nucléaire forte, responsable de la cohésion des noyaux atomiques et discuter de son rôle dans les réactions nucléaires et la stabilité des éléments
- Aborder la force nucléaire faible et son rôle dans certains types de désintégration radioactive
- Étudier des exemples de processus nucléaires influencés par cette force
- Résoudre des problèmes mathématiques et conceptuels se référant aux interactions fondamentales.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.
- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.
- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.

*Année : Secondaire 1*

*Unité d'apprentissage C1 : Électricité et magnétisme : nature de l'électricité, circuits et sécurité des installations électriques*

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1a**

Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant, et ce à toutes les échelles, de la cellule à la biosphère.

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de

données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

#### **Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

#### **Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

#### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

#### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Le courant électrique et sa nature</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Comprendre les phénomènes d'électrisation par frottement, par contact et par influence, puis définir électrisation.</li><li>– Définir particule chargée électriquement et faire la différence entre</li></ul>	<p><b>Le courant électrique et sa nature</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves réalisent des expériences simples, comme frotter un ballon sur un pull ou approcher un objet chargé d'un objet neutre, pour observer le phénomène d'électrisation. Ils découvrent la nature des charges électriques et leurs actions en présence.</li><li>– Après avoir réalisé une recherche documentaire sur</li></ul>

<p>atome et ion tout en utilisant des modèles pour illustrer les concepts</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprendre la nature des charges électriques au niveau atomique</li> <li>- Discutez des propriétés des matériaux conducteurs, isolants et semi-conducteurs afin de savoir les classer</li> <li>- Identifier les matériaux en fonction de leur capacité à conduire l'électricité</li> <li>- Expliquer ce qu'est un circuit électrique et son fonctionnement, et introduire les concepts de générateurs, récepteurs et dipôles</li> <li>- Comprendre ce qu'est le courant électrique et comment il circule dans un circuit</li> <li>- Distinguer entre courant continu et alternatif et comprendre leurs applications</li> </ul>	<p>les différents modèles d'atomes à travers l'histoire, les élèves, en groupe, présentent leurs travaux et font des échanges sur le sujet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves utilisent des piles, des ampoules, des interrupteurs et des résistances pour construire des circuits simples pour observer et étudier le passage du courant dans des appareils électriques.</li> <li>- Les élèves testent différents matériaux en métal, plastique, bois, etc. pour étudier leur capacité à conduire l'électricité en les introduisant dans un simple circuit électrique.</li> <li>- Les élèves utilisent les matériels nécessaires pour tracer des graphiques représentant les deux types de courant et discuter de leurs applications.</li> </ul>
<p><b>Résistance dans un circuit électrique</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir résistance électrique et diode, puis comprendre les termes dipôle passif et résistor.</li> <li>- Expliciter l'effet de l'ajout d'une résistance dans un circuit électrique. Définir résistance électrique et diode, puis comprendre les termes dipôle passif et résistor</li> <li>- Comprendre l'importance des codes de couleurs dans le calcul d'une résistance</li> <li>- Expliciter l'effet de l'ajout d'une résistance dans un circuit électrique par rapport au courant qui traverse ce circuit</li> <li>- Énoncer la loi d'Ohm mettant en relation la résistance, la tension et le courant dans un circuit</li> <li>- Comprendre lorsque des résistances sont placées en série ou en</li> </ul>	<p><b>Résistance dans un circuit électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves utilisent un ensemble de résistances et un multimètre pour pratiquer la lecture des codes de couleur et mesurer les valeurs de résistance</li> <li>- Les élèves utilisent des boîtes de résistance pour construire des circuits avec des résistances en série ou en parallèle et déterminent par le calcul de la résistance équivalente à ces associations de résistances</li> <li>- Les élèves cherchent à vérifier la loi d'Ohm à travers des circuits en mesurant, à l'aide de multimètre, la tension aux bornes d'une résistance et le courant qui traverse cette résistance. Ils changent la résistance, font varier sa valeur ou ajoutent une autre dans le circuit pour étudier les effets produits.</li> <li>- A partir de données expérimentales, les élèves en groupe tracent la courbe représentative de la tension</li> </ul>

<p>parallèle et l'effet produit par de telles associations</p> <p><b>Puissance d'un appareil électrique</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Expliciter les informations qui se trouvent sur les plaques signalétiques des appareils électriques, notamment la puissance nominale, la tension nominale et la fréquence.</li> <li>– Expliquer la relation entre puissance électrique, tension et intensité</li> <li>– Identifier les composantes d'une installation électrique domestique et expliciter leurs rôles</li> <li>– Distinguer fusible, disjoncteur et prise de terre et comprendre leur rôle dans une installation électrique domestique</li> <li>– Identifier les causes des incendies provoquées par l'électricité dans une installation électrique domestique</li> <li>– Réaliser la protection d'un appareil électrique</li> <li>– Apprendre à faire des économies d'énergie</li> </ul> <p><i>Savoir-faire et attitudes</i></p> <p><b>Le courant électrique et sa nature</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser des expériences simples pour mettre en évidence l'électricité statique et les propriétés des particules chargées à partir de l'électrisation par frottement, par contact et par influence.</li> <li>– Réaliser une recherche documentaire sur les charges électriques et les</li> </ul>	<p>en fonction de l'intensité du courant relative à la loi d'Ohm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves réalisent des recherches en groupe sur les applications pratiques des résistances dans la vie quotidienne et dans l'industrie. Ils présentent leurs travaux de recherches en classe.</li> </ul> <p><b>Puissance d'un appareil électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves collectent des plaques signalétiques de différents appareils électriques ou utilisent de réels d'appareils électriques pour illustrer comment lire, analyser et interpréter les informations inscrites sur les plaques signalétiques</li> <li>– A l'aide de recherches documentaires en groupe, les élèves examinent le rôle de certaines composantes d'une installation électrique domestique telles que les fusibles, les disjoncteurs et la prise de terre dans la sécurité électrique. Ils discutent également des règles de sécurité et de la protection des appareils.</li> <li>– Sous la tutelle de l'enseignant, les élèves organisent une visite virtuelle ou réelle d'une installation électrique domestique pour visualiser les composantes et discuter de leurs rôles dans la sécurité électrique</li> <li>– Les élèves, en groupe, analysent les factures d'électricité pour chercher à comprendre la consommation d'énergie des appareils et à en calculer le coût.</li> <li>– (<i>Proposition de projet de fin de période ou de fin d'année</i>) : Les élèves réalisent une fiche documentaire sur bristol (avec plusieurs affiches de photos et textes) sur les différentes centrales électriques en Haïti :</li> </ul>
---	--

<p>particules chargées à travers les atomes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tracer des graphiques pour montrer les différences entre le courant continu et le courant alternatif</li> <li>– Construire des circuits simples pour observer et comprendre le passage du courant électrique dans des appareils électriques</li> </ul>	<p>Centrales thermique, hydroélectrique, solaires, leurs positions géographiques, leurs dates de mise en fonction, les différentes transformations de l'énergie jusqu'à la production de l'énergie électrique.</p>
<p><b>Résistance dans un circuit électrique</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Calculer les résistances à l'aide du code de couleur et mesurer leur valeur avec un multimètre</li> <li>– Utiliser des multimètres pour mesurer des résistances la tension à leurs bornes dans différents circuits</li> <li>– Établir la relation entre la tension aux bornes d'une résistance et l'intensité du courant qui la traverse (la loi d'Ohm)</li> <li>– Réaliser des expériences pour mesurer la tension et l'intensité, puis calculer la résistance en utilisant la loi d'Ohm, et tracer le graphique de la tension en fonction de l'intensité du courant</li> <li>– Construire des circuits avec des associations de résistances en série et en parallèle pour observer les différences et analyser les effets de telles associations sur le circuit global</li> <li>– Résoudre des problèmes faisant intervenir la loi d'Ohm</li> </ul> <p><b>Puissance d'un appareil électrique</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Établir la relation entre puissance électrique, tension et intensité.</li> <li>– Calculer la puissance électrique en utilisant la formule <math>P = UI</math></li> </ul>	

<p>(Puissance = Tension x Intensité)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Examiner des plaques signalétiques de différents appareils électriques pour analyser les informations (puissance nominale, tension nominale, fréquence) inscrites.</li> <li>- Comprendre comment l'alimentation du secteur fournit de l'énergie aux appareils et comment la puissance des appareils affecte la consommation d'énergie</li> <li>- Établir la relation entre puissance et énergie électriques</li> <li>- Déterminer la consommation d'énergie (kWh) d'un appareil électrique sur une période donnée en utilisant des formules pour calculer la consommation d'énergie</li> <li>- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes physiques et leur application dans le monde réel.</li> <li>- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.</li> <li>- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.</li> <li>- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.</li> <li>- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.</li> <li>- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.</li> <li>- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.</li> </ul>	
--	--

*Année : Secondaire 2*

*Unité d'apprentissage C2 : **Grandeurs électriques et effets de l'électricité sur la matière***

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyen ou citoyenne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Le courant électrique</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Identifier les composantes d'un circuit électrique et préciser leur rôle.</li><li>– Citer les catégories de générateurs et donner des exemples de générateurs de courant continu.</li><li>– Comprendre l'action d'un aimant sur un faisceau d'électrons et sur un conducteur électrique parcouru par un courant.</li><li>– Définir un électrolyte et présenter une expérience de migration d'ions à travers un électrolyte.</li><li>– Identifier les porteurs de charges dans un électrolyte lors d'une électrolyse.</li><li>– Comprendre le rôle des électrolytes dans la conduction électrique</li></ul>	<p><b>Le courant électrique</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves utilisent des générateurs, des fils conducteurs, des ampoules à filament et des interrupteurs pour construire de circuits simples et mesurer l'intensité du courant avec un ampèremètre (multimètre).</li><li>– Ensuite, avec un chronomètre, ils mesurent la durée du passage du courant pour calculer la quantité d'électricité qui traverse les circuits formés.</li><li>– Ils approchent leurs mains de l'ampoule à filament pour constater la chaleur qui s'y dégage et vérifier l'effet thermique du courant.</li><li>– Ils en profitent pour approcher une aiguille aimantée près des fils conducteurs pour visualiser l'effet magnétique du courant.</li><li>– Les élèves tracent des diagrammes ou schémas de circuits électriques pour illustrer le sens du courant, expliquer</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Expliciter la nature et les propriétés du courant électrique dans un circuit.</li> <li>– Énoncer la loi de Kirchhoff des intensités du courant et la loi des nœuds.</li> <li>– Définir un dipôle et distinguer les dipôles symétriques et les dipôles dissymétriques, les dipôles actifs et les dipôles passifs.</li> <li>– Comprendre le fonctionnement et le rôle des dipôles dans les circuits électriques.</li> </ul>	<p>chacune des propriétés du courant électrique et pourquoi le sens conventionnel a été choisi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A l'aide d'un électrolyseur introduit dans un circuit électrique, les élèves réalisent une électrolyse pour mettre en évidence la propriété chimique du courant en observant les effets qui se produisent dans l'électrolyte lors du passage du courant.</li> <li>– A partir de générateurs, de fils conducteurs, d'ampoules et d'interrupteurs, les élèves construisent des circuits série et dérivé et utilisent des multimètres pour mesurer l'intensité dans ces différents circuits afin d'expliquer et d'appliquer la loi des nœuds de Kirchhoff.</li> <li>– Les élèves mènent des recherches en groupe pour explorer les diverses applications du courant électrique dans la vie quotidienne et l'industrie. Ils présentent leurs travaux en classe et discutent de ces différentes applications.</li> </ul>
<p><b>La différence de potentiel entre deux points d'un circuit</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Présenter l'analogie entre un circuit d'eau et un circuit électrique pour comprendre et expliquer la notion de différence de potentiel (d.d.p.).</li> <li>– Expliquer en détail comment un générateur maintient la différence de potentiel et son rôle dans un circuit électrique.</li> <li>– Expliciter les propriétés des tensions électriques en précisant les cas d'unicité de la d.d.p. et de l'additivité des tensions.</li> <li>– Énoncer la loi des branches et la loi des mailles relatives aux tensions électriques.</li> </ul> <p><b>Les résistors</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir résistor et identifier les deux types.</li> <li>– Expliciter les caractéristiques d'un conducteur ohmique.</li> <li>– Comprendre le rôle et le fonctionnement des résistors dans les</li> </ul>	<p><b>La différence de potentiel entre deux points d'un circuit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves dessinent des circuits électriques avec des symboles standardisés pour la représentation des composants électriques, en mettant l'accent sur la représentation de la tension.</li> <li>– A partir de laboratoire virtuel, les élèves créent des modèles de circuits électriques et utilisent des logiciels de simulation pour visualiser la différence de potentiel. Ils observent pour chaque type d'appareil et à travers tout un circuit la distribution de la différence de potentiel.</li> <li>– Les élèves construisent un modèle simple d'un circuit d'eau pour démontrer visuellement l'analogie avec un circuit électrique afin d'introduire le concept de différence</li> </ul>

<p>circuits électriques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier et comprendre les différences entre les conducteurs ohmiques et non ohmiques.</li> <li>Définir résistance, préciser les facteurs dont elle dépend et distinguer résistance et conductance.</li> <li>Énoncer la loi d'Ohm pour un conducteur ohmique et expliquer la relation entre tension, intensité et résistance.</li> <li>Préciser la convention d'orientation de la tension par rapport à l'intensité pour un conducteur ohmique.</li> <li>Citer quelques applications des résistors dans les circuits électriques.</li> </ul> <p><b>Les diodes</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire sommairement une diode et son rôle dans les circuits électriques, puis définir une diode à jonction.</li> <li>Établir que la diode est un dipôle passif et dissymétrique et comprendre que les diodes sont des résistors non-linéaires.</li> <li>Comprendre que la diode peut avoir une polarisation directe ou une polarisation inverse, ce qui lui confère une caractéristique directe et une caractéristique inverse.</li> <li>Citer les applications des diodes à jonction.</li> <li>Expliquer la polarisation directe et inverse, et comprendre le comportement de la diode dans ces deux modes.</li> <li>Préciser le rôle une diode Zener, sa caractéristique et ses applications.</li> <li>Distinguer une diode à jonction idéale et une diode Zener idéale,</li> </ul>	<p>de potentiel. Ils discutent des limites de cette analogie pour qu'ils comprennent où elle s'applique et où elle ne s'applique pas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les élèves réalisent différents types de circuits série et parallèle, utilisent des voltmètres (multimètres) pour mesurer la tension électrique. Ils analysent et interprètent les mesures de tension pour comprendre le fonctionnement des circuits, expliquer et appliquer la loi des branches et la loi des mailles relatives aux tensions électriques.</li> <li>Sous l'initiative de l'enseignant, les élèves travaillent en atelier pour analyser des scénarios réels où la compréhension de la tension est cruciale comme dans les appareils ménagers, les systèmes de sécurité, etc. Ils discutent l'importance de la sécurité dans les installations électriques, les risques électriques, les mesures de sécurité et l'importance de la connaissance de la tension pour la sécurité.</li> </ul> <p><b>Les résistors</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les élèves étudient différents appareils électriques pour identifier le rôle des résistors et discutent de l'importance de la résistance dans ces appareils. Ils appliquent la connaissance des résistors en concevant et en construisant de petits circuits électriques à l'aide de résistors, dans le respect des normes de sécurité.</li> <li>Les élèves réalisent des expériences en laboratoire pour mesurer la tension et le courant à travers différents résistors, comprendre les effets de la résistance des conducteurs ohmiques et identifier leurs caractéristiques. Ils tracent, analysent et interprètent la caractéristique tension-intensité pour comprendre la linéarité dans les</li> </ul>
---	--

<p>puis préciser les conséquences de leurs caractéristiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Comprendre le fonctionnement des diodes à jonction, des diodes Zener, des DEL et des photodiodes.</li> <li>– Comparer les diodes réelles et idéales et comprendre les implications de ces différences dans les applications pratiques.</li> <li>– Identifier d'autres types diodes et comprendre l'importance des diodes dans les applications quotidiennes</li> </ul> <p><b>Générateurs et récepteurs</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Expliciter le rôle d'un générateur dans un circuit électrique et citer différents types de générateurs.</li> <li>– Préciser la convention relative au générateur par rapport au sens de l'intensité du courant qui le traverse et de la tension à ses bornes.</li> <li>– Comprendre le fonctionnement des générateurs et analyser leur caractéristique intensité-tension.</li> <li>– Préciser les grandeurs caractéristiques d'une pile.</li> <li>– Définir récepteur et préciser la convention correspondant par rapport au sens de l'intensité du courant qui le traverse et de la tension à ses bornes.</li> <li>– Expliciter le rôle d'un récepteur dans un circuit électrique et citer différents types de récepteurs.</li> <li>– Préciser les grandeurs caractéristiques d'un récepteur.</li> <li>– Comprendre le fonctionnement des récepteurs et analyser leur caractéristique intensité-tension.</li> </ul>	<p>conducteurs ohmiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Pour sensibiliser les élèves à l'importance de l'économie d'énergie, l'enseignant organise des débats en classe entre des groupes d'élèves sur l'impact de l'utilisation efficace des résistors dans la réduction de la consommation d'énergie.</li> </ul> <p><b>Les diodes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves réalisent des expériences en laboratoire dans des circuits électriques pour observer le comportement des diodes sous différentes conditions. Ils utilisent des multimètres et d'autres instruments pour mesurer et tracer les caractéristiques tension-intensité à travers différentes diodes et comprendre la structure et le fonctionnement de ces diodes.</li> <li>– Les élèves appliquent la connaissance des diodes en concevant et en construisant de petits circuits électriques à l'aide de diodes, dans le respect des normes de sécurité, pour identifier le rôle des diodes et discutent de leur importance dans divers appareils.</li> <li>– Dans l'objectif est de concevoir et réaliser un projet de fabrication d'un redresseur ou d'un régulateur de tension en utilisant des diodes, les élèves mènent des recherches sur le sujet et posent également des questions à des techniciens en la matière. Après avoir réalisé le projet en question, ils présentent leurs travaux de groupe devant la classe.</li> <li>– Les élèves effectuent des recherches sur l'utilisation des diodes dans divers appareils, comme les DEL dans l'éclairage. Ils présentent leurs travaux et discutent en classe sur les normes de sécurité et les considérations éthiques dans la conception et l'utilisation des diodes. Ils</li> </ul>
---	---

- Définir électromoteur et distinguer un électromoteur d'autres types de moteurs.
- Énoncer la loi d'Ohm pour un générateur, un récepteur, un électromoteur.

#### *Savoir-faire et attitudes*

#### **Le courant électrique**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Utiliser des diagrammes et des animations pour illustrer le sens du courant et expliquer pourquoi le sens conventionnel a été choisi tout en précisant le rôle d'un générateur dans un circuit électrique.
- Réaliser des expériences pour mettre en évidence les effets du courant électrique et interpréter les phénomènes qui en découlent.
- Mesurer le courant électrique à l'aide d'instruments appropriés (comme un ampèremètre).
- Effectuer des calculs pour déterminer la charge électrique d'un ensemble de porteurs de charges et sa relation avec la quantité d'électricité.
- Établir la relation entre la quantité d'électricité et l'intensité du courant électrique.

#### **La différence de potentiel entre deux points d'un circuit**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Utiliser des logiciels de simulation pour visualiser la différence de potentiel.

cherchent à comprendre les enjeux de sécurité et éthiques liés à l'utilisation des diodes.

#### **Générateurs et récepteurs**

- Les élèves appliquent leurs connaissances sur les générateurs et les récepteurs, pour concevoir et réaliser un circuit fonctionnel. Avec des multimètres, ils prennent des mesures leur permettant d'appliquer la loi d'Ohm pour les générateurs et les récepteurs du circuit.
- Les élèves en groupe conçoivent et construisent un circuit électrique intégrant un générateur et un ou plusieurs récepteurs comme des ampoules, des moteurs, etc. Ils utilisent des multimètres pour mesurer l'intensité qui traverse le circuit, et la tension aux bornes du générateur et celle aux bornes de chaque récepteur. Ils cherchent à comprendre le fonctionnement des générateur et récepteurs dans un circuit électrique.
- En groupe, les élèves mesurent la tension à vide d'une pile à l'aide d'un multimètre. Ensuite, ils mesurent de la tension à charge de cette même pile dans un circuit. Ils mesurent également l'intensité du courant qui traverse le circuit formé afin de calculer la résistance interne de la pile.
- Ils tracent enfin la caractéristique intensité-tension de la pile en interprétant les résultats obtenus, tout en examinant le comportement des récepteurs dans le circuit électrique en traçant également sa caractéristique intensité-tension.
- (*Proposition de projet de fin de période*) : Les élèves, avec l'appui de l'enseignant, utilisent le matériel adéquat (prise électrique, fil conducteur, panneau solaire, batterie, tournevis, multimètre, etc...) pour mettre en place à

- Pratiquer le dessin de circuits électriques avec des symboles standardisés pour la représentation des composants électriques, en mettant l'accent sur la représentation de la tension.
- Examiner des schémas électriques de dispositifs réels pour identifier comment la tension est représentée et utilisée.
- Utiliser des voltmètres pour mesurer la tension dans différents points d'un circuit.
- Analyser et interpréter les mesures de tension pour comprendre le fonctionnement des circuits, expliquer et appliquer la loi des branches et la loi des mailles relatives aux tensions électriques.

l'école un coin de recharge alimentée par des cellules photovoltaïques.

### Les résistors

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Mesurer la tension aux bornes de résistors et le courant qui les traverse, puis analyser les caractéristiques de ces derniers.
- Illustrer les concepts résistors à travers des schémas de circuit.
- Tracer et interpréter des graphiques tension-intensité pour des conducteurs ohmiques.
- Résolution de problèmes pratiques impliquant la loi d'Ohm et la résistance dans des circuits variés pour renforcer la compréhension des concepts.

### Les diodes

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Représenter une diode.
- Illustrer les concepts diodes à travers des schémas de circuit.
- Réaliser des expériences en laboratoire pour observer le comportement des diodes sous différentes conditions.
- Mesurer les caractéristiques intensité-tension des diodes, puis tracer et interpréter les courbes représentatives.
- Représenter une diode Zener.
- Appliquer les connaissances sur les diodes pour résoudre des problèmes de circuits électriques.

### **Générateurs et récepteurs**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Tracer et exploiter la caractéristique intensité-tension d'un générateur.
- Établir la loi d'Ohm pour un générateur tout en interprétant le cas de court-circuit et le cas de générateur parfait ou idéal par le calcul et le graphique.
- Représenter et interpréter un générateur de courant continu et son modèle équivalent.
- Tracer la caractéristique intensité-tension d'un récepteur.
- Établir la loi d'Ohm pour un récepteur.
- Représenter et interpréter le modèle équivalent d'un récepteur.

- Mesurer la caractéristique intensité-tension de générateurs et de récepteurs.
- Calculer la résistance interne des générateurs et l'efficacité des récepteurs.
- Établir la loi d'Ohm pour un électromoteur.
- Résoudre des problèmes dans des circuits impliquant générateurs et récepteurs.
- Poser des questions pertinentes et chercher à comprendre les phénomènes étudiés.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les sources d'erreur.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe.
- Présenter des résultats et des explications de manière cohérente et compréhensible.
- Appliquer avec soin les méthodes de mesure et de calcul.
- Respecter les normes de sécurité en laboratoire et faire preuve de responsabilité environnementale.
- Participer activement aux activités proposées et prendre en charge son propre processus d'apprentissage.

Unité d'apprentissage C3 : **Électricité et magnétisme : lois dans les circuits d'associations de dipôles.**

**Compétence(s) ciblée(s) :**

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Associations de dipôles</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Définir potentiomètre et rhéostat et préciser le rôle de chacun d'eux.</li><li>– Comprendre quand est-ce que des dipôles (résistances) sont placés en série, en parallèle ou en série-parallèle</li><li>– Comprendre qu'une association de résistances se comporte comme une résistance unique dénommée « résistance équivalente » dont la valeur dépend de celles de chacune des résistances de l'association</li><li>– Définir résistance équivalente et connaître la formule de calcul de la résistance équivalente d'un ensemble de résistances associées en série, en parallèle ou en série-parallèle.</li><li>– Comprendre quand est-ce que des dipôles (récepteurs) sont</li></ul>	<p><b>Associations de dipôles</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves utilisent des ampoules, des résistances, des potentiomètres et des rhéostats pour réaliser des associations en série, en parallèle ou en série-parallèle. Ils cherchent à comprendre les différences entre ces types de circuit, à observer comment évolue l'éclairage des ampoules et à calculer la résistance équivalente des associations formées.</li><li>– A partir d'ampèremètres et de voltmètres, ils mesurent et comparent la tension et le courant dans chaque configuration pour montrer la loi d'additivité de la tension et comment la résistance totale est affectée dans les circuits série, comment la tension est répartie dans un circuit en parallèle et comment le courant total est affecté.</li><li>– Les élèves travaillent en groupes pour rechercher et présenter des applications pratiques des associations de dipôles, comme dans les appareils électroménagers, les</li></ul>

<p>placés en série, en parallèle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se rappeler de la loi d'Ohm pour un récepteur et de la loi d'additivité des tensions dans un circuit série</li> <li>Énoncer et comprendre la loi de Kirchhoff des intensités du courant et la loi des noeuds</li> <li>Énoncer et comprendre la loi des branches et la loi des mailles relatives aux tensions électriques</li> <li>Comprendre quand est-ce que des dipôles (générateurs) sont placés en série, en opposition, en parallèle ou en série-parallèle (groupement mixte)</li> <li>Comprendre qu'une association de générateurs se comporte comme un générateur unique dont les caractéristiques dépendent de celles de chacun des générateurs de l'association</li> <li>Se rappeler de la loi d'Ohm pour un générateur et de la loi d'additivité des tensions dans un circuit série</li> <li>Comprendre ce que c'est qu'une source potentiométrique.</li> </ul> <p><b>Point de fonctionnement d'un circuit</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprendre un circuit où une pile est associée soit à un conducteur ohmique, soit à deux conducteurs ohmiques en série, soit à deux conducteurs ohmiques placés en parallèle, soit à une variance.</li> <li>Comprendre que le point de fonctionnement d'un circuit est la détermination de l'intensité du courant à partir des caractéristiques des deux pôles de ce circuit.</li> </ul>	<p>systèmes d'éclairage, des panneaux lumineux, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sous le guidage de l'enseignant, les élèves observent et discutent des installations électriques domestiques, du branchement des appareils électroménagers et des lampes pour comprendre et évaluer comment ces appareils sont associés et pourquoi.</li> <li>A l'aide de piles électriques et de récepteurs, les élèves réalisent des associations de générateurs en série, en parallèle ou en série-parallèle afin d'analyser et de comprendre l'effet de telles associations sur la tension et le courant total.</li> <li>Avec des piles et des conducteurs ohmiques, les élèves construisent des circuits, réalisent une source potentiométrique pour montrer comment une telle source peut être utilisée pour obtenir une tension variable.</li> <li>Les élèves résoudront des problèmes théoriques impliquant des circuits avec plusieurs boucles et jonctions, en appliquant les lois des noeuds et des mailles (lois de Kirchhoff).</li> </ul> <p><b>Point de fonctionnement d'un circuit</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En utilisant des piles et des conducteurs ohmiques, les élèves conçoivent et construisent des circuits simples et augmentent progressivement la complexité en tenant compte des contraintes de sécurité et de fonctionnalité. A partir de voltmètres et d'ampèremètres, ils prennent des mesures de tensions et d'intensités.</li> <li>Ils appliquent les lois d'additivité de la tension ou les lois de Kirchhoff afin d'établir la formule de calcul de l'intensité du courant par la loi de Pouillet dans chaque cas.</li> <li>Ils analysent et interprètent des graphiques de</li> </ul>
---	---

- Énoncer et comprendre la loi de Pouillet

### **Production du courant continu**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Se rappeler de la définition de : électrolyte, électrode, réaction d'oxydo-réduction
- Savoir qu'on peut réaliser des générateurs à partir de chaînes dissymétriques de conducteurs
- Connaitre la constitution d'une pile de Volta, d'une pile Leclanché et d'une pile Daniell
- Distinguer une pile à dépolarisant comme la pile Leclanché et une pile impolarisable comme la pile Daniell tout en présentant les avantages et inconvénients de chaque type de pile
- Comprendre le principe de l'accumulateur tout en présentant ses caractéristiques.
- Citer d'autres types d'accumulateurs.

### **Énergie électrique consommée dans une portion du circuit**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Se rappeler la définition d'un dipôle et distinguer les deux types : générateurs et récepteurs.
- Distinguer les récepteurs thermiques et les récepteurs électromoteurs.
- Se rappeler la loi d'Ohm pour les différents types de dipôles
- Présenter la généralisation de la puissance et de l'énergie

caractéristiques tension-intensité pour différents composants pour aider à visualiser le comportement du circuit et déterminent le point de fonctionnement d'un circuit.

### **Production du courant continu**

- A l'aide de matériaux courants comme des citrons, des pièces de monnaie en cuivre et en zinc et des fils conducteurs, les élèves construisent une pile simple pour approfondir leur compréhension sur la production du courant continu à partir de piles et d'accumulateurs.
- Les élèves effectuent des recherches en groupe sur l'évolution historique des technologies de production de courant continu et le recyclage des piles et accumulateurs. Ils présentent leurs travaux en classe et discutent sur l'impact sociétal et environnemental de ces technologies.
- Les élèves utilisent les matériels convenables pour construire une simple pile afin de démontrer le fonctionnement des piles et accumulateurs et d'illustrer les principes chimiques et physiques mise en jeu dans la production du courant continu.
- Les élèves, en groupe, réalisent un projet de recherche sur les dernières avancées dans le domaine des piles et accumulateurs, particulièrement pour les batteries des véhicules électriques. Ils présentent leurs travaux en classe et entament des discussions sur le sujet.
- Sous la supervision de l'enseignant, les élèves, en groupe, participent à des travaux dirigés pour diagnostiquer et résoudre des problèmes dans des circuits simples contenant des piles et des accumulateurs, et différents types de récepteurs afin d'appliquer les connaissances acquises.

### **Énergie électrique consommée dans une portion du circuit**

<p>électriques dans un dipôle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Énoncer et comprendre la loi de Joule.</li> <li>- Comprendre l'importance de l'efficacité énergétique dans les appareils électriques</li> </ul> <p><b>Savoir-faire et attitudes</b></p> <p><b>Associations de dipôles</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser des associations de conducteurs ohmiques et de récepteurs : en série, en parallèle.</li> <li>- Établir la formule de calcul de la résistance équivalente d'un ensemble de résistances associées en série, en parallèle ou en série-parallèle.</li> <li>- Appliquer dans ces associations la loi de Kirchhoff des intensités du courant et la loi des nœuds</li> <li>- Appliquer dans ces associations la loi des branches et la loi des mailles relatives aux tensions électriques</li> <li>- Réaliser un montage potentiométrique et étudier théoriquement un potentiomètre.</li> <li>- Réaliser la transformation d'un milliampèremètre en ampèremètre ou voltmètre et étudier chacune des transformations.</li> <li>- Réaliser l'association des générateurs en série, en opposition, en parallèle et en série-parallèle.</li> <li>- Comprendre ce que c'est qu'une source potentiométrique et</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les élèves participent à des travaux dirigés en salle de classe pour résoudre des problèmes pratiques en appliquant la loi d'Ohm et la loi de Joule, en établissant des bilans énergétiques pour différents types de circuits et en calculant le rendement énergétique des appareils et des circuits.</li> <li>- Les élèves utiliseront un multimètre pour mesurer la tension et le courant dans un circuit simple contenant des résistances. Ils calculeront ensuite la puissance et l'énergie consommée en utilisant la loi de Joule.</li> <li>- Les élèves réalisent des expériences où des fils résistifs de longueurs et de dimensions différentes s'échauffent par le passage d'un courant électrique afin d'observer l'effet Joule. Ils cherchent également à comprendre quels sont les facteurs relatifs aux fils qui influencent la loi de Joule.</li> <li>- Les élèves mènent des recherches en petits groupes sur les dernières innovations en matière d'économie d'énergie et présentent des résultats. Ils activent des discussions sur les solutions permettant de mieux gérer l'énergie électrique afin de réduire sa consommation.</li> <li>- Ils réalisent des études de cas sur différents appareils électriques, analysent de leur consommation d'énergie et font des propositions pour améliorer leur efficacité.</li> </ul>
--	---

<p>réaliser l'étude d'une telle source.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser la généralisation de l'étude du groupement des générateurs en opposition</li> <li>– Réaliser l'étude d'une source potentiométrique et déterminer la f.é.m. et la résistance interne d'une telle source.</li> </ul> <p><b>Point de fonctionnement d'un circuit</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schématiser un circuit où une pile est associée soit à un conducteur ohmique, soit à deux conducteurs ohmiques en série, soit à deux conducteurs ohmiques placés en parallèle, soit à une variance.</li> <li>– Réaliser l'étude de différents types de circuits à partir des caractéristiques du circuit.</li> <li>– Établir la formule de la loi de Pouillet permettant de calculer de l'intensité du courant circulant dans différents types de circuits en utilisant la résolution par le calcul.</li> </ul> <p><b>Production du courant continu</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser une expérience montrant qu'une chaîne dissymétrique de conducteurs faite de deux métaux différents plongeant dans un électrolyte présente, à vide, une différence de potentiel, et qu'une telle chaîne constitue alors un générateur.</li> <li>– Expliquer la polarisation des électrodes d'un électrolyseur</li> </ul>	
--	--

<p>donnant naissance à un générateur électrochimique transformant l'énergie chimique en l'énergie électrique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Présenter la constitution et le fonctionnement de la pile Volta et de la pile Leclanché.</li> <li>– Exprimer la capacité d'un accumulateur et calculer son rendement en quantité et son rendement en énergie dans la résolution d'exercices.</li> </ul> <p><b>Énergie électrique consommée dans une portion du circuit</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Construire les schémas de circuits de différents types de dipôles et présenter les formules correspondant la loi d'Ohm pour ces dipôles.</li> <li>– Présenter la généralisation de la puissance et de l'énergie électriques dans un dipôle avec schéma et formule à l'appui.</li> <li>– Établir les formules permettant de calculer la puissance et énergie électrique consommée dans un conducteur ohmique avec schéma à l'appui.</li> <li>– Énoncer et comprendre la loi de Joule.</li> <li>– Réaliser le bilan de puissance et le bilan énergétique relatives à la loi de Joule.</li> <li>– Établir la formule permettant de calculer la puissance dans un récepteur électromoteur et réaliser le bilan de puissance.</li> <li>– Réaliser le bilan énergétique pour un récepteur électromoteur et établir la formule du rendement tout en présentant les cas d'un moteur bloqué et des électrolyseurs à anode soluble.</li> </ul>	
--	--

- Établir la formule permettant de calculer la puissance cédée par un générateur et réaliser le bilan de puissance.
- Réaliser le bilan énergétique pour un générateur et établir la formule du rendement correspondant.
- Réaliser le bilan énergétique d'un circuit électrique.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.
- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.
- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.

Année : Secondaire 3

Série : *MP uniquement*

Unité d'apprentissage C4 : *Électricité et magnétisme : condensateurs et bobines.*

Compétence(s) ciblée(s) :

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène

naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

#### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

#### **Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

#### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :  <b>Les condensateurs</b>  Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de : <ul style="list-style-type: none"><li>– Définir un condensateur et préciser et son rôle dans un circuit électrique</li><li>– Comprendre le phénomène de charge et le phénomène de décharge d'un condensateur.</li><li>– Définir la capacité d'un condensateur et présenter ses unités</li></ul>	<b>Les condensateurs</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– En utilisant des condensateurs, des fils conducteurs et des piles, les élèves réalisent des circuits simples pour observer la charge et la décharge d'un condensateur. Ils discutent également des rôles d'un condensateur dans un circuit électrique.</li><li>– Ils déterminent la capacité des condensateurs en mesurant l'intensité du courant que les traverse, la durée du passage du courant et leur tension de charge. A partir des informations obtenues, ils profitent pour tracer et interpréter les courbes de charge/décharge d'un condensateur.</li><li>– Les élèves mènent des recherches sur l'énergie stockée dans</li></ul>

<p>dans le système international.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Connaitre la formule de calcul de la capacité d'un condensateur plan à partir des caractéristiques géométriques de ce condensateur.</li> <li>Comprendre le phénomène de fuite dans un condensateur.</li> <li>Distinguer la tension de service et la tension de rupture relatives à un condensateur.</li> <li>Comprendre comment associer des condensateurs en série, en parallèle ou en série-parallèle et connaître les formules de calcul de la capacité équivalente de telles associations.</li> </ul> <p><b>Champ magnétique et bobine</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Définir un aimant et citer les différents types d'aimant de laboratoire.</li> <li>Expliciter l'interaction entre un aimant et le fer, puis entre deux aimants et en déduire le comportement des pôles et les propriétés des forces d'interaction magnétiques.</li> <li>Définir champ magnétique et identifier le meilleur détecteur de champ magnétique.</li> <li>Expliciter le vecteur champ magnétique et ses différentes caractéristiques.</li> <li>Distinguer ligne de champ et spectre magnétique.</li> <li>Définir boussole, citer les différents types de boussole et préciser leurs rôles</li> <li>Expliciter le champ magnétique créé par un fil infiniment long</li> </ul>	<p>un condensateur dans diverses applications. Ils présentent leurs travaux de recherche et discutent de l'importance de cette énergie dans des applications comme les circuits de démarrage ou les flashes d'appareils photo.</p> <p><b>Champ magnétique et bobine</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A partir de plusieurs boussoles, les élèves expérimentent le champ magnétique terrestre et démontrent que c'est un champ magnétique uniforme dans l'observation que toutes les aiguilles aimantées sont parallèles entre elles.</li> <li>Ils déterminent par-là les composantes du champ magnétique terrestre tout en schématisant le vecteur champ magnétique terrestre avec ses composantes et en cherchant à mesurer l'angle d'inclinaison.</li> <li>Les élèves utilisent des aimants, des matériaux ferromagnétiques et de la limaille de fer pour réaliser des expériences permettant de visualiser différents spectres magnétiques. Ils discutent des observations faites et dessinent les différentes formes de lignes de champ magnétique obtenues.</li> <li>Ils réalisent les mêmes observations avec des aimants et du ferrofluide.</li> <li>Avec des bobines, des aimants, des galvanomètres et des fils conducteurs, les élèves construisent des circuits et font des expériences facilitant la mise en évidence les phénomènes d'induction et d'auto-induction magnétiques. Ils arrivent à mesurer l'intensité induite ou auto-induite obtenue.</li> <li>Sous la supervision de l'enseignant, les élèves participent à des travaux dirigés pour résoudre des problèmes de calcul du module du vecteur champ magnétique terrestre, du vecteur champ magnétique créé par un fil infiniment long</li> </ul>
--	--

<p>parcouru par un courant et préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expliciter le champ magnétique créé par une spire circulaire parcourue par un courant et préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique.</li> <li>- Expliciter le champ magnétique créé par un solénoïde infiniment long parcouru par un courant et préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique.</li> <li>- Expliciter le flux d'un vecteur champ magnétique à travers une surface.</li> <li>- Savoir ce que c'est que le courant induit, l'induction magnétique, circuit induit, inducteur et f.é.m. induite.</li> <li>- Comprendre que toute variation de flux magnétique à travers un circuit y provoque la naissance d'une f.é.m. induite et que les phénomènes d'induction se produisent seulement pendant que le flux varie.</li> <li>- Expliciter le sens du courant induit et énoncer la loi de Lenz.</li> <li>- Préciser la convention de signes relative à la f.é.m. d'induction et présenter son expression sous forme de dérivée et de valeur moyenne.</li> <li>- Définir légalement le Weber.</li> <li>- Comprendre l'aspect énergétique du phénomène d'induction.</li> <li>- Comprendre l'auto-inductance d'un circuit ou d'une portion de circuit et la définir.</li> <li>- Comprendre qu'en régime continu une bobine se comporte comme un conducteur ohmique et que l'auto-induction ne se manifeste qu'en régime variable.</li> </ul>	<p>parcouru par un courant, par une spire circulaire parcourue par un courant ou par un courant circulaire dans le cas d'une bobine.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ils effectuent également des calculs pour déterminer le flux magnétique, la force électromotrice d'induction, et l'auto-inductance.</li> </ul> <p><b>Production du courant alternatif</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sous la supervision de l'enseignant, les élèves, en groupe, cherchent à construire un modèle d'alternateur simple en utilisant des bobines, un aimant, etc. A l'aide d'un dispositif de mesure, ils mettent l'alternateur en marche pour observer la production de courant alternatif.</li> <li>- Ils cherchent à observer l'auto-induction dans un circuit, démontrer le principe de l'induction électromagnétique et comprendre le fonctionnement d'un alternateur en étudiant ses caractéristiques.</li> <li>- Les élèves se mettent en groupe et effectuent des recherches pour explorer les applications pratiques du courant alternatif dans différents appareils et systèmes. Lors de la présentation des travaux, ils discutent sur les impacts, c'est-à-dire les avantages et inconvénients de la production du courant alternatif sur l'environnement et la société.</li> <li>- A travers des travaux dirigés par l'enseignant, des groupes d'élèves appliquent des concepts mathématiques pour résoudre des problèmes faisant appel au calcul de la fréquence, de la période, de la pulsation et de la valeur maximale de la force électromotrice alternative, etc.</li> <li>- (<i>Proposition de projet de fin de période ou de fin d'année</i>) : A</li> </ul>
--	--

## Production du courant alternatif

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Expliciter la production d'une force électromotrice alternative soit par rotation d'un aimant devant une bobine fixe, soit par rotation d'une bobine plate dans un champ magnétique uniforme.
- Connaitre le principe des alternateurs industriels en décrivant la constitution d'un alternateur.
- Comprendre qu'un alternateur convertit du travail mécanique en énergie électrique.
- Connaitre les propriétés générales du courant alternatif à partir de ces trois effets : calorique, chimique et magnétique.
- Définir l'intensité efficace d'un courant alternatif et écrire la relation entre cette intensité efficace et l'intensité maximale de ce courant.
- Définir la tension efficace d'un courant alternatif et écrire la relation entre cette tension efficace et la tension maximale de ce courant.
- Savoir que le champ magnétique créé par un courant alternatif est une fonction sinusoïdale du temps.
- Savoir comment redresser un courant alternatif en utilisant une diode.
- Comprendre qu'un courant redressé est constamment positif ; il circule dans le même sens, mais il n'est pas continu car son intensité n'est pas constante. Pour qu'elle le soit, il faut la filtrer.

partir de recherches menées sur les barrages hydroélectriques, par exemple le barrage de Péligrin dans le département du Centre (en Haïti), leur construction, leur système d'alimentation en eau et leur système de production de courant électrique, les élèves, en utilisant de simples matériaux, modélisent un barrage hydroélectrique en miniature sous forme de maquette pour concrétiser leurs recherches.

## *Savoir-faire et attitudes*

### **Les condensateurs**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Représenter conventionnellement différents types de condensateurs.
- Expliquer les processus de charge et de décharge d'un condensateur, en utilisant des graphiques pour illustrer comment la tension et le courant évoluent avec le temps
- Discuter de la formule de la capacité d'un condensateur plan et des facteurs qui l'influencent (comme la surface des plaques, la distance entre elles et le diélectrique utilisé) et appliquer cette formule dans la résolution de problèmes.
- Expliquer la tension de service et la tension de rupture, en soulignant leur importance pour la sécurité
- Expliciter comment les condensateurs peuvent être groupés en série, en parallèle ou en série-parallèle, et comment ces configurations affectent la capacité totale
- Établir alors la formule de calcul de la capacité d'un condensateur équivalent à des groupements de condensateurs.
- Expliquer comment l'énergie est stockée dans un champ électrique et établir la formule de cette énergie emmagasinée sous différentes formes
- Expliquer la notion de champ électrique dans un condensateur et comment il est lié à la tension et à la distance entre les plaques
- Établir alors la formule de calcul du champ électrique régnant

<p>entre les armatures d'un condensateur.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Résoudre des problèmes relatifs au calcul de la capacité d'un condensateur équivalent à des groupements de condensateurs, de l'énergie emmagasinée par un condensateur et du champ électrique régnant entre les armatures d'un condensateur.</li> </ul> <p><b>Champ magnétique et bobine</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dessiner les trois formes d'aimants artificiels les plus usuels et identifier leurs pôles.</li> <li>– Représenter une ligne de champ et trois vecteurs champs magnétiques en 3 points distincts de cette ligne de champ pour montrer que la direction d'un vecteur champ est tangente à la ligne de champ au point considéré.</li> <li>– Mettre en évidence le spectre magnétique autour d'un aimant droit ou en U, les représenter par un dessin et déduire le comportement du champ magnétique.</li> <li>– Utiliser une boussole pour mettre en évidence le champ magnétique terrestre et déterminer ses composantes.</li> <li>– Représenter par un schéma le vecteur champ terrestre avec ses deux composantes et son angle d'inclinaison.</li> <li>– Établir la relation entre le vecteur champ terrestre et ses composantes, puis entre le vecteur champ terrestre avec chacune de ses composantes par rapport à son angle d'inclinaison.</li> <li>– Utiliser une boussole pour étudier le champ autour d'un fil parcouru par un courant</li> <li>– Faire le schéma et établir la formule correspondant au champ</li> </ul>	
--	--

<p>magnétique créé par un fil infiniment long parcouru par un courant.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Faire le schéma et établir la formule correspondant au champ magnétique créé par une spire circulaire parcourue par un courant.</li> <li>– Présenter le champ magnétique créé par un courant circulaire dans le cas d'une bobine plate circulaire.</li> <li>– Faire le schéma et établir la formule correspondant au champ magnétique créé par un solénoïde infiniment long parcouru par un courant.</li> <li>– Établir la formule correspondant au flux d'un vecteur champ magnétique à travers une surface en discutant des divers cas particuliers.</li> <li>– Mettre en évidence expérimentalement du phénomène d'induction électromagnétique.</li> <li>– Établir l'expression de calcul de l'intensité du courant induit et de la quantité d'électricité induite.</li> <li>– Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'auto-induction.</li> <li>– Établir l'expression de la f.é.m. d'auto-induction et la loi d'Ohm aux bornes d'une bobine.</li> </ul> <p><b>Production du courant alternatif</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Établir l'expression de la f.é.m. alternative sinusoïdale et la relation entre la pulsation, la période et la fréquence de cette f.é.m.</li> <li>– Établir l'expression de l'intensité du courant alternatif</li> </ul>	
--	--

<p>sinusoïdal et tracer la courbe représentative.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser le bilan énergétique du système alternateur.</li> <li>– Établir l'expression de la fonction sinusoïdale du temps du champ magnétique créé par un courant alternatif.</li> <li>– Produire, visualiser et simuler un signal électrique périodique alternatif.</li> <li>– Faire une représentation correspondant à un phénomène périodique alternatif en fonction de la période ou de la fréquence.</li> <li>– Mesurer une période et en déduire une fréquence.</li> <li>– Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.</li> <li>– Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.</li> <li>– Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.</li> <li>– Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.</li> <li>– Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.</li> <li>– Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.</li> </ul>	
--	--

Année : **Secondaire 4**

Série : **MP uniquement**

Unité d'apprentissage C5 : **Électricité et Magnétisme : génération de courants continu et alternatif**

**Compétence(s) ciblée(s) :**

**Compétence 1** - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.

#### **Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

#### **Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

#### **Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2** - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.

#### **Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

#### **Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyen ou citoyenne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Force de Laplace et Force de Lorentz</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Comprendre les bases du champ magnétique et son interaction avec les matériaux magnétiques</li><li>– Comprendre l'effet de la force de Laplace sur un conducteur parcouru par un courant dans un champ magnétique pour expliciter l'action d'un champ magnétique sur un élément de circuit parcouru par un courant.</li><li>– Énoncer la loi de Laplace et la règle des trois doigts de la main droite.</li></ul>	<p><b>Force de Laplace et Force de Lorentz</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– A l'aide d'aimant assez puissant et divers matériaux (métaux ou alliages), les élèves réalisent des expériences pour étudier l'interaction de champ magnétique avec ces matériaux et identifier les matériaux magnétiques ou non.</li><li>– Les élèves construisent un circuit simple avec un conducteur placé entre les pôles d'un aimant. Ils font passer un courant dans le conducteur et observent son mouvement. Ils mettent ainsi en évidence la force électromagnétique obtenue par l'action d'un champ magnétique sur un élément de courant.</li><li>– Ils varient l'intensité du courant, le champ magnétique et la position du conducteur pour observer les changements dans</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Comprendre l'effet d'un champ magnétique sur une particule chargée en mouvement</li> <li>– Comprendre et expliquer les principes de la force de Laplace et de la force de Lorentz</li> <li>– Expliciter la force magnétique de Lorentz, identifier les caractéristiques du vecteur Force magnétique de Lorentz.</li> <li>– Connaitre les caractéristiques des forces de Laplace et de Lorentz et les formules de calcul de leurs valeurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>la force exercée et découvrir les facteurs qui influencent la force de Laplace.</li> <li>– Les élèves utilisent un logiciel de simulation pour modéliser l'effet de la force magnétique sur des particules chargées et visualiser l'effet de la force de Lorentz. Ils modifient les variables (charge, vitesse, champ magnétique) et analysent comment la variation de ces paramètres affecte la force résultante agissant sur la particule.</li> <li>– Ils discutent en groupe sur les résultats observés et leur signification.</li> <li>– L'enseignant organise des séances de travaux dirigés permettant aux élèves d'appliquer les concepts appris pour résoudre des problèmes complexes liés à l'électromagnétisme.</li> <li>– Les élèves effectuent des recherches sur les applications pratiques des forces de Laplace et de Lorentz. Ils découvrent que la force de Lorentz et la force de Laplace permettent d'expliquer de nombreux phénomène lié au magnétisme et conduisent à des technologies, comme les galvanomètres à cadre mobile utilisés en ampèremètres ou en voltmètres, ou bien en tant que galvanomètres balistiques, pour la mesure de la charge d'un condensateur.</li> </ul>
<p><b>Les dipôles simples en courant alternatif</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Présenter les dipôles simples : Conducteur ohmique, bobine idéale, condensateur et bobine réelle et comparer leurs comportements en courant continu (CC) et en CA.</li> <li>– Connaitre les formules de calcul de la réactance inductive ou de la réactance capacitive et expliquer leur comportement en courant alternatif.</li> <li>– Expliquer en détail l'impédance comme une généralisation de la résistance en CA.</li> <li>– Connaitre les formules de calcul de l'énergie thermique dissipée dans un conducteur ohmique, de l'énergie magnétique d'une bobine et de l'énergie électrique d'un condensateur.</li> </ul>	<p><b>Les dipôles simples en courant alternatif</b></p>
<p><b>Savoir-faire et attitudes</b></p> <p><b>Force de Laplace et Force de Lorentz</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves réalisent des circuits simples avec des générateurs à basse fréquence et différents types de dipôles (résistances, inductances, capacités) pour mener des expériences et observer les comportements de ces dipôles en CA.</li> <li>– Ils utilisent des oscilloscopes, des multimètres et d'autres instruments pour mesurer la tension, le courant et la phase</li> </ul>

<p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser des expériences pour observer les effets des forces magnétiques sur des conducteurs et des particules chargées.</li> <li>– Schématiser l'action d'un champ magnétique sur un élément de circuit parcouru par un courant ou sur une particule chargée en mouvement.</li> <li>– Identifier les caractéristiques du vecteur Force de la force électromagnétique ou force de Laplace et établir la formule correspondante.</li> <li>– Établir la formule correspondant au vecteur Force magnétique de Lorentz.</li> <li>– Discuter des formules de la force de Laplace ou de la force de Lorentz en considérant la variation des angles.</li> <li>– Appliquer les concepts appris et utiliser les formules correspondantes pour calculer la force de Laplace et la force de Lorentz dans la résolution de problèmes complexes liés à l'électromagnétisme.</li> </ul> <p><b>Les dipôles simples en courant alternatif</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Discuter de l'inductance, de la réactance inductive et de l'effet de la résistance interne dans les bobines réelles, puis de la réactance capacitive et son comportement en CA.</li> <li>– Mettre en équation la tension en établissant la Loi d'Ohm aux bornes d'un conducteur ohmique, d'une bobine idéale, d'un</li> </ul>	<p>dans les circuits en CA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ils construisent et interprètent des diagrammes de Fresnel pour visualiser les relations de phase entre tension et courant.</li> <li>– Les élèves utilisent un logiciel de simulation pour modéliser et analyser des circuits en CA, en observant les effets de différents paramètres. Ils observent les comportements des dipôles en CA, étudier leurs caractéristiques pour en tirer des conclusions</li> <li>– Par la résolution d'exercices, les élèves cherchent à maîtriser les formules permettant de calculer l'impédance et le facteur de puissance dans différents types de circuits en courant alternatif.</li> </ul>
---	---

<p>condensateur et d'une bobine réelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser un circuit où un condensateur se charge pendant un instant à l'aide d'un générateur et se décharge dans un autre instant dans une bobine idéale</li> <li>- Établir les équations horaires de la tension et du courant et tracer les diagrammes de Fresnel correspondant à chacun des circuits comprenant respectivement un conducteur ohmique, une bobine idéale, un condensateur et une bobine réelle</li> <li>- Déterminer les caractéristiques : phase, Impédance et facteur de puissance de chacun des circuits comprenant respectivement un conducteur ohmique, une bobine idéale, un condensateur et une bobine réelle.</li> <li>- Analyser la puissance en CA, y compris la puissance active, réactive et apparente.</li> <li>- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.</li> <li>- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.</li> <li>- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.</li> <li>- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.</li> <li>- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.</li> </ul>	
--	--

Année : Secondaire 4

Série : *MP uniquement*

Unité d'apprentissage C6 :**Électricité et Magnétisme :oscillateurs électriques et circuits R-L-C**

**Compétence(s) ciblée(s) :**

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<b>Oscillateurs électriques et circuit R-L-C</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Définir un oscillateur électrique et préciser sa constitution</li><li>– Savoir qu'à partir d'un oscillateur électrique on peut réaliser des oscillations libres ou des oscillations forcées.</li><li>– Expliciter les oscillations électriques libres dans un circuit LC.</li><li>– Connaitre l'expression de l'énergie magnétique d'une bobine</li><li>– Connaitre l'expression de l'énergie électrique d'un condensateur</li><li>– Savoir que l'énergie électromagnétique d'un circuit oscillant est la somme de l'énergie magnétique de la bobine et de l'énergie</li></ul>	<b>Oscillateurs électriques et circuit R-L-C</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Dans l'objectif de d'explorer en détail le fonctionnement des circuits oscillants LC et RLC dans la façon dont la résistance, l'inductance et la capacité interagissent pour créer des oscillations, les élèves construisent un circuit oscillant simple avec un condensateur et une bobine (circuit LC). A l'aide d'un oscilloscope, ils observent et interprètent les oscillations obtenues. Ils analysent les résultats pour déterminer la fréquence naturelle d'oscillation.</li><li>– Ils modifient le circuit LC initial pour y inclure une résistance (circuit RLC). Ils observent les phénomènes d'amortissement et de résonance sur les oscillations</li></ul>

<p>électrique d'un condensateur.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distinguer charge pseudopériodique et charge apériodique dans un circuit où les oscillations électriques sont amorties</li> <li>- Comprendre la résonance d'intensité dans un circuit (RLC).</li> <li>- Distinguer puissance instantanée et puissance moyenne de la puissance électrique en régime sinusoïdal.</li> <li>- Comprendre que dans un circuit (RLC), la puissance moyenne apparaît sous forme thermique dans la résistance, les inductances pures et les condensateurs ne consomment aucune énergie.</li> </ul>	<p>électriques dans de tels circuits et constatent l'effet de ces phénomènes. Ils mesurent l'effet de différentes valeurs de résistance sur l'amortissement des oscillations.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ils discutent sur l'importance de l'amortissement dans les systèmes réels.</li> <li>- Les élèves utilisent un logiciel de simulation pour créer des modèles de circuits RLC. Ils comparent les résultats de la simulation avec les données expérimentales. Ils analysent les écarts et discutent sur les limites des modèles.</li> <li>- Pour explorer les applications pratiques des oscillateurs électriques, les élèves effectuent des recherches sur ces applications dans les télécommunications, les appareils électroniques, les montres à quartz, etc. Ils présentent leurs travaux à la classe et discutent sur l'impact de ces technologies dans la vie quotidienne et l'environnement.</li> <li>- Sous la supervision de l'enseignant, les élèves participent à des travaux dirigés pour effectuer des exercices sur les circuits oscillants LC ou RLC, par la résolution d'équations différentielles régissant les oscillations électriques, l'application de formule de calcul de l'énergie emmagasinée dans les condensateurs et les bobines dans un circuit oscillant, l'application des lois de Laplace, Lorentz et Lenz dans le contexte des oscillateurs électriques, et la construction des diagrammes de Fresnel pour représenter les oscillations électriques.</li> </ul>
<p><b>Savoir-faire et attitudes</b></p> <p><b>Oscillateurs électriques et circuit R-L-C</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Justifier qu'un circuit LC est un circuit oscillant.</li> <li>- Représenter les oscillations sinusoïdales non amorties aux bornes d'un condensateur qui se décharge dans une inductance.</li> <li>- Établir et résoudre l'équation différentielle régissant les oscillations électriques non amorties.</li> </ul>	

- Établir la relation entre pulsation, période et fréquence propres avec la capacité  $C$  d'un condensateur et l'inductance  $L$  d'un circuit oscillant.
- Établir les lois horaires de l'intensité du courant et de la charge et représenter les diagrammes correspondants.
- Établir que l'énergie magnétique d'une bobine se présente comme une fonction sinusoïdale du temps
- Établir que l'énergie électrique d'un condensateur se présente comme une fonction sinusoïdale du temps
- Établir que l'énergie électromagnétique d'un circuit oscillant est une constante, donc elle se conserve.
- Montrer qu'en insérant un dipôle ohmique de résistance réglable dans un circuit oscillant, les oscillations électriques sont alors amorties.
- Établir l'équation différentielle pour un oscillateur électrique amorti RLC.
- Établir l'expression de la tension aux bornes d'un dipôle RLC
- Présenter les caractéristiques d'un dipôle RLC : Diagramme de Fresnel, tension maximum, intensité maximum, impédance et facteur de puissance
- Présenter les différents cas d'étude de la réactance d'un dipôle RLC, soit la différence  $(L\omega - \frac{1}{C\omega})$ .

- Établir les conséquences qui résultent de la résonance d'intensité dans un circuit (RLC).
  - Tracer la courbe de l'intensité à la résonance et expliciter les phénomènes de bande passante, de facteur de qualité et de surtension à la résonance.
  - Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
  - Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
  - Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
  - Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
  - Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.

*Année : Secondaire 1*

*Unité d'apprentissage D1 : Optique et ondes : des signaux pour observer et communiquer*

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1a**

Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant, et ce à toutes les échelles, de la cellule à la biosphère.

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

### **Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

### **Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

### **Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<b>Propagation rectiligne de la lumière</b>  Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de : <ul style="list-style-type: none"><li>– Distinguer entre sources primaires (soleil, lampes) et secondaires</li></ul>	<b>Propagation rectiligne de la lumière</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– A partir de lampe de poche ou de laser, de plusieurs cartons troués ou de miroir, les élèves cherchent à montrer que la lumière se propage en ligne droite pour mieux comprendre le principe de la propagation rectiligne de la</li></ul>

<p>(objets diffusants : Lune, montagne). Discuter de la nature des sources lumineuses (pointues, étendues).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Identifier différentes sources lumineuses dans l'environnement quotidien et classer selon leur nature</li> <li>– Énoncer et comprendre le principe de la propagation rectiligne de la lumière</li> <li>– Expliquer comment la lumière interagit avec différents matériaux pour faire la différence entre matériaux transparents, matériaux translucides et matériaux opaques</li> <li>– Identifier les différentes applications de la propagation rectiligne de la lumière</li> <li>– Comprendre le phénomène des ombres et pénombres, des éclipses solaires et lunaires</li> <li>– Comprendre le fonctionnement d'une chambre noire et son lien avec la propagation rectiligne de la lumière.</li> </ul> <p><b>Réflexion de la lumière</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Utiliser la lumière diffusée et la lumière réfléchie pour expliciter les concepts de réflexion et de diffusion de la lumière</li> <li>– Identifier les différents éléments à prendre en compte (rayons, angles, normale, points, plans, etc.) lors de la réflexion d'un faisceau lumineux par un miroir plan.</li> <li>– Énoncer et comprendre les lois de la réflexion de la lumière</li> <li>– Analyser des propriétés de l'image formée par un miroir plan.</li> <li>– Identifier les applications des miroirs dans la vie courante</li> </ul>	<p>lumière.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A l'aide de sources lumineuses, de miroirs et de lentilles, les élèves forment des faisceaux de différentes natures pour observer et comprendre la transmission et la réfraction de la lumière, puis la transformation des faisceaux.</li> <li>– Les élèves utilisent différentes sources lumineuses (comme une lampe de poche, laser) et des objets de différentes formes pour créer des ombres et des pénombres sur un écran. Ils observent, mesurent et comparent les tailles et les formes des ombres pour voir comment elles peuvent changer en fonction de la position des sources lumineuses et des objets.</li> <li>– Les élèves utilisent des modèles réduits (boules représentant la Terre, la Lune et le Soleil) pour simuler une éclipse. Ils observent et comprennent comment l'alignement de ces corps célestes crée une éclipse solaire ou lunaire.</li> <li>– Les élèves en groupe construisent une chambre noire simple à l'aide d'une boîte en carton et d'une petite ouverture. Ils observent que les images extérieures sont projetées à l'intérieur de la boîte.</li> </ul> <p><b>Réflexion de la lumière</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– A travers une activité interactive, les élèves utilisent des miroirs plans et des lampes de poches ou des lasers pour explorer par eux-mêmes les effets de la réflexion à l'aide de miroirs plans.</li> <li>– Les élèves se servent d'un miroir plan et d'un laser (ou lampe de poche) pour faire varier l'angle de projection (de 0 à 90°) d'un pinceau lumineux afin d'étudier comment</li> </ul>
--	--

<p>comme le miroir tournant, les rétroviseurs, le kaléidoscope, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Énoncer les principes du miroir tournant</li> </ul> <p><b>Transmission de l'information</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Distinguer et caractériser un signal sonore, un signal lumineux et un signal radio</li> <li>– Identifier et utiliser les propriétés de ces signaux.</li> <li>– Expliciter le danger que l'énergie transportée par la lumière peut présenter.</li> <li>– Identifier les applications des rayonnements en médecine.</li> <li>– Identifier les différentes technologies sans fil (Bluetooth, Wi-Fi, NFC) et comprendre leur fonctionnement</li> <li>– Expliciter la transmission des informations présentes sur internet.</li> <li>– Connaitre les facteurs influençant la vitesse de transmission des signaux</li> <li>– Présenter les avantages et les inconvénients d'une transmission de données à l'aide de signaux sonores</li> </ul> <p><b>Émission et perception d'un son</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir les ondes sonores et expliquer leur nature mécanique</li> <li>– Comprendre la propagation des ondes sonores et leurs caractéristiques</li> </ul>	<p>évolue l'angle du pinceau réfléchi par le miroir et découvrir les lois de la réflexion.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves utilisent un miroir plan, une source de lumière (comme une lampe de poche), un rapporteur et du papier millimétré pour observer et tracer les angles d'incidence et de réflexion</li> <li>– Les élèves construisent un périscope simple en utilisant des miroirs, des cartons, et d'autres matériaux de récupération afin de l'utiliser pour appliquer les principes de la réflexion de la lumière.</li> <li>– A partir de recherches in situ et en ligne faites en groupe, les élèves organisent des discussions en classe sur l'utilisation de la réflexion dans divers domaines (par exemple, dans les périscopes, les télescopes, les rétroviseurs...)</li> </ul> <p><b>Transmission de l'information</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves réfléchissent et cherchent à réaliser de simples expériences pour démontrer la propagation des signaux sonores et lumineux.</li> <li>– Les élèves font des expériences pratiques de transmission de données via Bluetooth et Wi-Fi pour chercher à comprendre comment cela fonctionne.</li> <li>– Après avoir effectué des recherches en groupe sur internet sur la structure et le fonctionnement des câbles sous-marins et sur les fibres optiques, les élèves présentent leurs travaux et discutent en classe sous la directive de l'enseignant.</li> </ul>
--	---

- Connaitre la vitesse du son dans certains milieux et comprendre que le son se déplace dans les milieux matériels et beaucoup plus vite plus le milieu est solide
- Comprendre et expliquer les phénomènes sonores tels que l'écho, la réverbération et l'absorption sonore.
- Comprendre et distinguer certains aspects du son tels que la hauteur, le timbre, l'intensité sonore, la fréquence, l'amplitude, la période
- Expliquer ce que c'est la longueur d'onde
- Comprendre et expliquer comment les oreilles humaines et les oreilles de certains animaux perçoivent le son
- Distinguer les différents types instruments produisant du son
- Étudier les effets du son sur la santé et l'environnement (pollution sonore)

*Savoir-faire et attitudes*

**Propagation rectiligne de la lumière**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Mettre en évidence la propagation rectiligne de la lumière
- Représenter des diagrammes pour expliquer la propagation de la lumière en termes de rayons et de faisceaux (convergent, divergent, cylindrique)
- Calculer la distance parcourue par la lumière à travers le temps dans l'Univers.
- Dessiner des schémas de propagation lumineuse à travers les

**Émission et perception d'un son**

- Les élèves utilisent des instruments comme les diapasons pour visualiser les ondes sonores. Ils font varier l'intensité sonore pour étudier son influence sur la fréquence des diapasons.
- Les élèves mesurent les niveaux sonores dans différents endroits de l'école ou de la communauté à l'aide de sonomètres. Ils entament des discussions sur les effets de la pollution sonore et les moyens de la réduire.
- Les élèves effectuent des recherches sur les différentes méthodes de communication sonore (téléphone, radio, sonar, etc.). Ils présentent leurs travaux de recherche et analysent l'évolution technologique dans le domaine de la communication sonore.
- Les élèves travaillent à la fabrication d'instruments simples ou de dispositifs pour produire et modifier des sons. Ils cherchent à mettre en relation la conception physique de l'instrument et les caractéristiques du son produit.

<p>ombres et pénombres, les éclipses et la chambre noire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Discuter des conditions dans lesquelles le principe de la propagation de la lumière est valable et de ses limites (par exemple, en optique non géométrique)</li> <li>– Appliquer le principe de la propagation rectiligne pour résoudre des problèmes pratiques et théoriques</li> <li>– Utiliser des modèles pour expliquer les phénomènes observés, tels que les éclipses ou les phases lunaires</li> </ul> <p><b>Réflexion de la lumière</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l’élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mener des expériences pour observer la réflexion ou la diffusion de la lumière sur différents types de surfaces et montrer visuellement la différence</li> <li>– Représenter graphiquement les trajets de la lumière et les images formées par les miroirs plans</li> <li>– Démontrer les lois de la réflexion de la lumière</li> <li>– Démontrer les principes du miroir tournant</li> <li>– Résoudre des problèmes pratiques et théoriques liés à la réflexion de la lumière</li> <li>– Appliquer les principes de la réflexion dans un projet pratique</li> <li>– Explorer les propriétés des images formées par des systèmes de miroirs plans.</li> </ul>	
---	--

**Transmission de l'information**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Analyser le fonctionnement des câbles sous-marins et leur rôle dans l'infrastructure d'Internet dans la transmission de données à l'échelle mondiale
- Examiner le fonctionnement de la fibre optique et son utilisation dans la transmission de données
- Analyser le principe de la communication par fibre optique, en même que ses avantages et ses limites
- Identifier et résoudre des problèmes liés à la transmission de l'information dans des scénarios pratiques

**Émission et perception d'un son**

- Illustrer comment les ondes sonores sont générées et se propagent dans différents milieux
- Discuter des limites de l'audition humaine et des facteurs affectant la perception sonore
- Pratiquer la mesure de l'intensité sonore et comprendre l'échelle de décibels
- Introduire les concepts de longueur d'onde et de relation entre vitesse, fréquence et longueur d'onde
- Explorer les applications du son dans divers domaines (musique, médecine, ingénierie acoustique)

- Interpréter les graphiques et les données liées aux ondes sonores (fréquence, amplitude, période)
- Sensibiliser à l'impact du son sur l'environnement et la santé
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes physiques et leur application dans le monde réel.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.
- Réfléchir aux implications éthiques et environnementales des technologies énergétiques.
- S'adapter aux nouvelles informations et approches tout en faisant preuve de créativité dans la résolution de problèmes et la conception d'expériences.

*Année : Secondaire 2*

*Unité d'apprentissage D2 : Nature de la lumière et vision des couleurs*

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1a**

Distinguer les éléments du monde naturel des objets manufacturés, en vue de reconnaître, décrire et analyser leur complexité et leurs interdépendances. Appréhender les flux de matière, d'énergie et d'information entre les entités constitutives du vivant, et ce à toutes les échelles, de la cellule à la biosphère.

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de

données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

#### **Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

#### **Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

#### **Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

#### **Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

#### **Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<b>Vision et image</b>	<b>Vision et image</b>
Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :	<ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves effectuent des recherches en groupe sur les différentes expériences réalisées à travers l'histoire sur</li></ul>

- Connaitre les différentes étapes de mesure de la vitesse de la lumière à travers l'histoire.
- Identifier un milieu transparent à l'aide de son indice optique.
- Définir l'indice de réfraction (indice optique) d'un milieu.
- Énoncer les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction de la lumière.
- Comprendre le phénomène de la réflexion totale de la lumière.
- Définir une lentille et distinguer les différentes formes de lentilles.
- Distinguer une lentille mince convergente et une lentille mince divergente.
- Préciser les caractéristiques d'une lentille mince.
- Définir les foyers et la distance focale d'une lentille.
- Connaitre les principes permettant de tracer l'image d'un objet à travers une lentille.
- Comprendre le fonctionnement des lentilles minces et la formation d'images.
- Expliquer le comportement de chacun des constituants de l'œil lorsque la lumière pénètre dans celui-ci.
- Connaitre les défauts de l'œil et les moyens de les corriger.
- Comprendre le fonctionnement de l'œil humain et les défauts visuels.
- Savoir que le Soleil est la principale source naturelle de lumière blanche et que la couleur d'une lumière est celle d'un écran blanc éclairé par cette lumière.

### Lumières colorées

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en

- la mesure de la vitesse de la lumière. Ils présentent leurs travaux en classe et discutent sur chacune des expériences en cherchant à comprendre comment la vitesse de la lumière a été évaluée.
- Les élèves mènent des recherches sur les implications de la vitesse de la lumière dans des contextes astronomiques et technologiques. Ils prennent comme sujet la communication par satellite et le calcul de la distance des étoiles pour comprendre ces implications.
- En utilisant un demi-disque en verre, un rapporteur et un laser, les élèves réalisent l'expérience de la déviation de la lumière passant de l'air au verre, puis du verre à l'air, et utilisent la loi de Snell-Descartes pour mesurer l'indice de réfraction de ce verre. Ils profitent pour discuter des applications de la réflexion totale de la lumière comme les prismes à réflexion totale, les fontaines lumineuses, les fibres optiques, les mirages, etc.
- Les élèves utilisent des kits de lentilles pour construire des systèmes optiques simples et observer les effets des différentes lentilles en déterminant les images d'objets à travers ces lentilles et en étudiant les caractéristiques de ces images (position, taille, nature). Ils profitent pour faire la différence entre une lentille convergente et une lentille divergente.
- A partir d'un modèle de l'œil, les élèves identifient les différentes parties de l'œil qui entrent dans la vision en précisant les éléments faisant partie du système optique (milieu transparent, lentille, écran, ...). Ils cherchent à comprendre comment se réalise la vision de l'œil, son accommodation, etc.

mesure de :

- Définir radiation lumineuse et longueur d'onde.
- Définir disperser, prisme, réseau, système dispersif.
- Connaitre la composition du spectre de la lumière blanche et le domaine de la lumière visible.
- Définir, comprendre et expliquer le phénomène de la dispersion de la lumière à travers un prisme.
- Expliciter la réfraction de la lumière blanche par un prisme.
- Expliquer comment la réfraction varie avec la longueur d'onde, menant à la dispersion.
- Définir lumière monochromatique, lumière polychromatique et spectre d'une lumière.
- Expliquer l'interprétation faite par Newton lors de son expérience de la décomposition de la lumière solaire à l'aide d'un prisme.
- Définir spectroscope.
- Comprendre la corrélation qui existe entre la couleur et la température d'un corps chaud.
- Savoir que le spectre de lumière renseigne sur les différentes radiations qui la composent.
- Identifier les caractéristiques des spectres d'émission de différentes sources lumineuses
- Connaitre le rapport qui existe entre le spectre d'une lumière et la nature de sa source.
- Distinguer un spectre d'émission, un spectre continu et un spectre de raies.
- Expliquer la composition du spectre d'une étoile.

- Après avoir identifié les défauts et les maladies de l'œil, les élèves abordent la question de la santé oculaire et l'importance des examens réguliers de la vue. Ils discutent des avancées technologiques dans les corrections optiques relatives aux défauts de vision et dans les traitements qu'on peut apporter aux maladies, comme la chirurgie réfractive.

### Lumières colorées

- A l'aide d'un prisme et une source de lumière blanche, les élèves réalisent une expérience en faisant passer un faisceau de lumière blanche à travers un prisme pour observer la dispersion en spectre de couleurs et identifier les différentes couleurs de lumière dont est constituée la lumière blanche. Ils profitent pour analyser et discuter sur la formation du spectre et les longueurs d'onde associées à chaque couleur.
- Les élèves utilisent des matériels adéquats pour fabriquer un disque de Newton et démontrent la composition de la lumière blanche par des lumières de différentes couleurs.
- Les élèves effectuent des recherches sur les applications pratiques de la lumière colorée comme en art, en design, en photographie, et en technologie d'éclairage. Ils discutent de ces applications pratiques et comprennent l'importance de la lumière colorée dans ces différents domaines.
- Les élèves utilisent des spectromètres pour observer les

## *Savoir-faire et attitudes*

### **Vision et image**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Mesurer la vitesse de propagation de la lumière dans un milieu.
- Déterminer le temps que prend la lumière du Soleil pour arriver jusqu'à la Terre.
- Utiliser un dispositif pour faire varier l'angle d'incidence d'un rayon lumineux afin d'étudier l'évolution de l'angle de réflexion.
- Utiliser un dispositif pour faire varier l'angle d'incidence afin d'étudier l'évolution de l'angle de réfraction.
- Mesurer par le calcul l'indice optique d'un milieu matériel.
- Représenter les différentes formes et le schéma conventionnel de lentilles minces convergente et divergente.
- Tracer l'image réelle d'un objet à travers une lentille mince convergente.
- Déterminer par la mesure, par rapport à une lentille mince, la distance de l'image d'un objet donnée par cette lentille.
- Calculer le grandissement de l'image d'un objet à travers une lentille.
- Représenter à l'aide de schémas un œil réel et un œil réduit, puis comparer l'œil à un système optique.
- Résoudre des problèmes faisant intervenir les lentilles et les caractéristiques des images d'objets qu'elles donnent.

spectres d'émission de différentes sources (lampe à incandescence, LED, soleil). Ils font la comparaison des spectres et interprètent des résultats en termes de longueurs d'onde.

- A partir de recherche sur le phénomène du daltonisme et les illusions d'optique liées aux couleurs, les élèves cherchent à comprendre la façon dont l'œil perçoit les couleurs.

### Lumières colorées

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Réaliser des expériences pour décomposer la lumière blanche et observer les spectres de lumière.
- Schématiser le trajet d'un faisceau de lumière blanche à travers un prisme qui disperse la lumière.
- Fabriquer et faire fonctionner un disque de Newton.
- Discuter de la perception des couleurs par l'œil humain (le daltonisme) et des illusions d'optique liées aux couleurs.
- Réaliser des recherches documentaires sur les notions étudiées.
- Poser des questions pertinentes et chercher à comprendre les phénomènes étudiés.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les sources d'erreur.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe.
- Présenter des résultats et des explications de manière cohérente et compréhensible.
- Appliquer avec soin les méthodes de mesure et de calcul.
- Respecter les normes de sécurité en laboratoire et faire preuve de responsabilité environnementale.
- Participer activement aux activités proposées et prendre en charge son propre processus d'apprentissage.

**Unité d'apprentissage D3 : Optique et onde : propriétés des ondes et dualité onde corpuscule de la lumière**

**Compétence(s) ciblée(s) :**

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<b><i>Savoirs</i></b>	<b><i>Propositions d'activités d'apprentissage</i></b>
<p><b>Images et couleurs</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Connaitre les interactions possibles (diffusion, transmission et absorption) entre la lumière et un objet.</li><li>– Définir filtre et radiation.</li><li>– Expliquer ce que c'est que des spectres d'absorption.</li><li>– Expliciter les effets de filtres sur la lumière.</li><li>– Comprendre les lois de Snell-Descartes et le phénomène de</li></ul>	<p><b>Images et couleurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Pour explorer la synthèse additive et soustractive des couleurs, les élèves utilisent d'une part des filtres colorés et des sources lumineuses pour observer la synthèse additive et la synthèse soustractive, et d'autre part ils réalisent des expériences avec des encres ou des peintures pour comprendre la synthèse soustractive.</li><li>– Ils analysent ensuite les résultats et discutent sur la perception des couleurs.</li><li>– Les élèves utilisent des lentilles de différentes distances focales pour obtenir des images d'objets sur un écran. Ils réalisent des diagrammes pour expliquer la formation</li></ul>

<p>dispersion de la lumière</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Connaitre le rôle d'un instrument d'optique.</li> <li>– Comprendre le principe de fonctionnement des instruments d'optique comme la loupe, le microscope et la lunette astronomique.</li> <li>– Comprendre que lorsqu'on réalise une mesure, l'incertitude sur le résultat dépend de l'incertitude sur la mesure réalisée.</li> </ul> <p><b>Propriétés des ondes</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Définir une onde, un rayonnement, une ola, une perturbation.</li> <li>– Savoir qu'une perturbation qui se propage dans un milieu matériel est qualifiée d'onde mécanique progressive.</li> <li>– Définir une onde mécanique et comprendre quand elle est une onde mécanique progressive.</li> <li>– Distinguer une perturbation longitudinale et une perturbation transversale.</li> <li>– Préciser les caractéristiques principales d'une onde mécanique progressive.</li> <li>– Connaitre le rôle, la constitution et le fonctionnement d'un sonar.</li> <li>– Définir onde périodique et préciser quand une onde mécanique progressive est périodique.</li> <li>– Présenter la caractéristique d'un phénomène périodique, définir</li> </ul>	<p>d'images réelles et virtuelles obtenues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Pour mesurer la distance focale d'une lentille convergente, les élèves utilisent des lentilles, des écrans et des sources lumineuses et réalisent des expériences appliquant la méthode de Silbermann et celle de l'objet à l'infini. Ils établissent les formules correspondantes et démontrent également les résultats à l'aide de calcul.</li> <li>– Les élèves apprennent à utiliser et à régler des instruments tels que des loupes, des microscopes et des lunettes astronomiques pour les mettre au point et former des images claires et nettes afin de comprendre concrètement leur fonctionnement.</li> <li>– En intégrant leurs connaissances en biologie dans ce qu'ils apprennent en optique, les élèves cherchent à expliquer le fonctionnement de l'œil humain et la perception des couleurs. Ils abordent les troubles de la vision des couleurs comme le daltonisme.</li> <li>– Ils profitent pour discuter sur le principe de l'accommodation de l'œil et les défauts visuels.</li> <li>– Les élèves effectuent des recherches sur les avancées technologiques dans le domaine de l'optique et leurs applications dans des domaines comme l'astronomie, la médecine et la communication. Ils discutent également de l'importance de la lumière et des couleurs en photographie et en art.</li> </ul> <p><b>Propriétés des ondes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Les élèves utilisent une corde ou un ressort pour réaliser une expérience afin d'observer la propagation d'une onde. Ils cherchent à mesurer la distance parcourue par l'onde et</li> </ul>
---	---

<p>période et fréquence.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Savoir quand une onde mécanique est sinusoïdale.</li> <li>– Définir longueur d'onde et distinguer une période temporelle et une période spatiale.</li> <li>– Expliquer l'importance de la célérité et comment elle est affectée par différents facteurs environnementaux.</li> </ul> <p><b>Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Comprendre et utiliser la relation entre longueur d'onde, fréquence et célérité de la lumière</li> <li>– Connaitre l'historique les découvertes des rayonnements invisibles.</li> <li>– Préciser les domaines des ondes électromagnétiques.</li> <li>– Réaliser un classement relatif aux ondes électromagnétiques.</li> <li>– Identifier les différentes propriétés de la lumière.</li> <li>– Distinguer un comportement ondulatoire et un comportement particulaire.</li> <li>– Expliciter le phénomène de la dualité de la lumière.</li> <li>– Comprendre le phénomène de la diffraction caractérisant les ondes.</li> <li>– Savoir expliquer l'effet photoélectrique.</li> </ul>	<p>le temps pris pour cette propagation.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– D'autre part, ils utilisent des données expérimentales pour calculer la célérité des ondes dans différents milieux.</li> <li>– Les élèves utilisent leurs connaissances pour modéliser des phénomènes ondulatoires à l'aide de schémas et de représentations graphiques. Ils interprètent également les résultats de certaines expériences en lien avec les propriétés des ondes pour mieux comprendre la formation et la propagation des ondes.</li> <li>– A l'aide d'un logiciel de simulation, les élèves génèrent des ondes sinusoïdales pour étudier leur comportement et définir leurs caractéristiques. Ils font varier la fréquence et la longueur d'onde et observer les changements opérés. Ils profitent pour tracer des graphiques représentant la relation entre la période, la fréquence et la longueur d'onde.</li> <li>– Les élèves effectuent des recherches en petits groupes sur les différentes applications pratiques des ondes dans la vie quotidienne et la technologie (sonar, échographie, radio, etc.). Ils présentent les résultats en classe sous forme de posters ou de présentations numériques. Ils entament des discussions sur l'importance des ondes dans divers secteurs.</li> <li>– Sous la supervision de l'enseignant, les élèves participent en petits groupes à des travaux dirigés pour résoudre des problèmes et des exercices proposés par l'enseignant afin d'appliquer les formules de relation entre célérité, période, fréquence et longueur d'onde. Ils discutent de l'importance de cette relation dans des contextes variés, comme l'acoustique, la sismologie ou les télécommunications.</li> </ul>
---	--

- Définir spectre d'émission, spectre d'absorption et raie.
- Savoir décrire un spectre.
- Exploiter un diagramme d'énergie, un spectre d'absorption.
- Distinguer chromosphère et photosphère.
- Expliquer le phénomène d'absorption d'un photon par un atome.
- Comprendre le concept de photon et son rôle dans l'interaction lumière-matière.

### ***Savoir-faire et attitudes***

#### **Images et couleurs**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Illustrer la synthèse additive, la synthèse soustractive et la couleur des objets.
- Expliquer comment la lumière interagit avec les matériaux pour produire différentes couleurs et discuter de la perception des couleurs en fonction de la lumière ambiante.
- Réaliser une mise au point d'un instrument d'optique.
- Réaliser des expériences avec des lentilles de différentes distances focales pour mesurer le grandissement et utiliser des diagrammes pour expliquer la formation d'images réelles et virtuelles
- Tester la relation de conjugaison d'une lentille convergente.

#### **Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière**

- Sous la supervision de l'enseignant, les élèves visualisent des vidéos et des animations, puis réalisent des simulations pour mieux comprendre les concepts étudiés tels que les rayonnements, les comportement ondulatoire et particulaire, les spectres d'émission et d'absorption, et les phénomènes observés comme la dualité de la lumière, la diffraction caractérisant les ondes, l'effet photoélectrique, le phénomène d'absorption d'un photon par un atome etc.
- Pour mieux comprendre la nature ondulatoire de la lumière, les élèves réalisent une expérience de diffraction en utilisant un laser et différents types de fentes. Ils observent et enregistrent ainsi les motifs de diffraction. Ils analysent comment la largeur de la fente affecte le motif de diffraction.
- Sous le guidage de l'enseignant, les élèves entament des discussions sur les différents types de rayonnements électromagnétiques, en mettant l'accent sur leur place dans le spectre électromagnétique et leurs applications pratiques
- A l'aide d'un spectroscope, les élèves cherchent à observer les spectres d'émission de différentes sources lumineuses et à identifier les raies spectrales afin de les relier aux transitions électroniques dans les atomes.
- A partir de leurs propres recherches, les élèves présentent en classe des études de cas historiques et modernes pour illustrer l'évolution de la compréhension scientifique de la lumière, de la théorie ondulatoire à la théorie quantique.
- Ils analysent en même temps les technologies basées sur la lumière (fibre optique, lasers, etc.) ou les applications médicales de la lumière.

- Réalisation de schémas explicatifs du trajet des rayons lumineux dans chaque instrument
- Déterminer la puissance et le grossissement d'un instrument d'optique.
- Illustrer et appliquer la méthode de Silbermann et celle de l'objet à l'infini pour estimer la distance focale d'une lentille convergente.
- Estimer le résultat d'une mesure en précisant l'incertitude-type associée.

### Propriétés des ondes

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Déterminer une distance avec une onde sonore en utilisant le principe du sonar.
- Produire, visualiser et simuler une perturbation d'une onde périodique.
- Faire une représentation correspondant à un phénomène périodique, la période et la fréquence.
- Mesurer une période et en déduire une fréquence.
- Représenter à l'aide de schémas des signaux en phase et des signaux non en phase.
- Discuter sur les types d'ondes (transversales et longitudinales) avec des illustrations et des exemples pratiques.

- Déterminer la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.
- Établir le lien entre célérité, période et longueur d'onde.
- Appliquer la formule mettant en relation la fréquence, la célérité et la longueur d'onde.
- Calculer la période, la fréquence et la longueur d'onde
- Appliquer les formules de relation entre célérité, période, fréquence et longueur d'onde à partir de données expérimentales pour résoudre des problèmes pratiques et théoriques

### **Modèles ondulatoire et particulaire de la lumière**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Réaliser ou visualiser des expériences pour observer la diffraction et l'effet photoélectrique afin de comprendre la nature ondulatoire de la lumière
- Représenter graphiquement les phénomènes ondulatoires et particules
- Analyser et interpréter des données expérimentales liées à la lumière et à ses propriétés
- Mesurer les longueurs d'onde des raies.
- Manipuler des instruments optiques pour étudier la dualité onde-particule
- Modéliser la lumière comme une onde et comme un flux de

<p>particules (photons)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Calculer l'énergie d'un photon et comprendre la quantification des niveaux d'énergie</li> <li>– Utiliser des formules pour relier l'énergie, la fréquence et la longueur d'onde</li> <li>– Comprendre et expliquer la notion de photon en tant que particule élémentaire, en discutant de son rôle dans les phénomènes d'absorption et d'émission de lumière, ainsi que dans la quantification des niveaux d'énergie des atomes.</li> <li>– Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.</li> <li>– Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.</li> <li>– Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.</li> <li>– Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.</li> <li>– Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.</li> </ul>	
--	--

Année : **Secondaire 4**

Série : ***MP et SVT***

Unité d'apprentissage D4 : ***Optique et ondes :ondes mécaniques transversales et longitudinales***

***Compétence(s) ciblée(s) :***

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2a**

Lire, interpréter, exploiter et produire des dessins d'observation, plans, schémas fonctionnels, diagrammes, courbes et tableaux de données se référant à des phénomènes naturels ou des objets techniques.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3b**

Débattre de ses connaissances, valeurs et opinions en exerçant sa capacité de dialogue et de construction du désaccord, en vue de comprendre et de développer sa résilience et son pouvoir d'agir sur soi-même, sur son environnement et dans la société.

**Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<i>Savoirs</i>	<i>Propositions d'activités d'apprentissage</i>
<p><b>Ondes mécaniques transversales et longitudinales</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Définir signal et expliquer la différence entre les signaux transversaux, longitudinaux et de torsion en termes de direction de déplacement des particules par rapport à la direction de propagation de l'onde</li><li>– Définir célérité de propagation d'un signal et expliquer comment elle varie en fonction du milieu et de ses propriétés.</li></ul>	<p><b>Ondes mécaniques transversales et longitudinales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves utilisent une corde ou un ressort pour créer des ondes transversales et longitudinales. Ils observent et enregistrent les caractéristiques des ondes (vitesse, amplitude, longueur d'onde). Ils analysent les facteurs influençant la vitesse de propagation (tension, densité du milieu).</li><li>– Ils explorent le phénomène d'interférence des ondes mécaniques en observant des motifs d'interférence.</li><li>– Ils discutent sur la superposition des ondes et les conditions pour les interférences constructives et destructives.</li></ul>

- Distinguer une onde transversale et une onde longitudinale.
- Définir interférence mécanique
- Présenter et interpréter l'expérience d'interférences mécaniques à la surface de l'eau, énoncer les lois correspondantes.
- Présenter le phénomène d'ondes stationnaires

### *Savoir-faire et attitudes*

#### **Ondes mécaniques transversales et longitudinales**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Réaliser des expériences simples pour visualiser ces différents types de signaux, par exemple, en utilisant une corde ou un ressort
- Mettre en évidence le phénomène de propagation d'une onde mécanique le long d'une corde ou à la surface d'un liquide, énoncer les lois et établir les relations correspondantes.
- Utiliser des dispositifs comme un oscilloscope ou une cuve à ondes pour visualiser la propagation d'une onde.
- Réaliser une expérience pour mesurer la vitesse de propagation dans différents milieux (corde, air, eau) et discuter des facteurs affectant cette vitesse de propagation, tels que le milieu, la température, et la densité

- Les élèves utilisent un dispositif de corde vibrante pour essayer de reproduire l'expérience de Meldeet générer des ondes stationnaires. Ils cherchent à mesurer des longueurs d'onde pour différentes fréquences. Ils établissent la relation entre la tension, la fréquence et la longueur d'onde.
- Les élèves réalisent un projet de recherche sur les applications relatives aux ondes mécaniques comme les ondes sismiques en géologie (seismologie), l'acoustique architecturale, les ultrasons en médecine, etc. Ils présentent en classe le travail effectué et discutent sur le rôle et l'importance des ondes mécaniques.
- Les élèves utiliser des équations pour calculer des paramètres clés comme la célérité, la fréquence, et la longueur d'onde à travers des exercices de travaux dirigés, sous la supervision de l'enseignant.

- Interpréter des graphiques et des données expérimentales liés aux ondes mécaniques
- Établir les relations relatives aux interférences mécaniques à la surface de l'eau.
- Mettre en évidence des ondes stationnaires transversales le long d'une corde, interpréter l'expérience et établir les relations correspondantes.
- Établir la relation entre la longueur  $l$  et la tension  $F$  d'une corde vibrante qui représente la formule des cordes vibrantes.
- Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.
- Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.
- Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.
- Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.
- Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.

*Année : Secondaire 4*

*Série : MP et SVT*

*Unité d'apprentissage D5 : Optique et ondes : Le son et ses applications.*

*Compétence(s) ciblée(s) :*

**Compétence 1 - Explorer des phénomènes naturels et des objets techniques à l'aide d'outils et de démarches caractéristiques des sciences expérimentales.**

**Composante 1b**

Observer, mesurer, décrire et expliciter le fonctionnement de phénomènes naturels et d'objets techniques à l'aide d'un vocabulaire scientifique et technique et par l'usage d'instruments d'observation et de mesure, de l'infiniment grand à l'infiniment petit.

**Composante 1c**

Mettre en œuvre une démarche expérimentale par la formulation d'hypothèses, la définition et la mise en œuvre de stratégies d'exploration simples, le choix d'instruments d'observation et de mesure adaptés, la réalisation d'expériences, la formalisation des résultats obtenus et leur confrontation aux hypothèses émises.

**Composante 1d**

Mettre en forme et communiquer ses conceptions, hypothèses, observations, résultats, interprétations et déductions ; les confronter à celles de ses pairs, aux informations issues de médias variés et aux prévisions des modèles théoriques des sciences expérimentales.

**Compétence 2 - Appréhender les phénomènes naturels et le comportement des objets techniques par le biais des représentations, de la modélisation et du langage mathématique.**

**Composante 2b**

Faire à la fois la différence et le lien entre un modèle scientifique basé sur l'idéalisation du comportement d'un objet naturel ou artificiel, que ce modèle soit formalisé mathématiquement ou non, et les observations effectuées dans le cadre d'une démarche expérimentale.

**Composante 2c**

Utiliser un modèle formalisé issu des sciences expérimentales et effectuer des calculs pour expliciter et/ou prévoir un phénomène naturel ou le fonctionnement/comportement d'un objet technique.

**Compétence 3 - Se situer et agir en citoyenne ou citoyen responsable, dans un souci d'enrichissement, de préservation et de protection de la vie sociale, de la santé et de l'environnement.**

**Composante 3a**

Exercer un regard curieux et adopter une attitude exploratoire et responsable face au monde qui l'entoure et face à son propre corps, en faisant preuve d'une distance critique et d'une capacité d'analyse et d'interprétation des informations qui lui sont soumises.

**Composante 3d**

Apprendre à l'école et en dehors de l'école, puis tout au long de sa vie, par le biais de la documentation accessible in situ et en ligne, de ses expériences individuelles et des interactions avec les membres de sa communauté, notamment en vue de découvrir les métiers et activités professionnelles qui lui correspondent parmi celles qui l'entourent.

<b><i>Savoirs</i></b>	<b><i>Propositions d'activités d'apprentissage</i></b>
<p><b>Ondes acoustiques et applications</b></p> <p>Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Se rappeler de la définition et des caractéristiques des ondes sonores (fréquence, amplitude, vitesse de propagation).</li><li>– Connaitre la relation entre les propriétés physiques du son et la perception humaine (hauteur, volume).</li><li>– Comprendre les phénomènes de réflexion, réfraction, absorption et interférence acoustique.</li><li>– Expliquer le lien entre l'intensité acoustique et l'énergie.</li><li>– Citer quelques applications des ondes acoustiques et expliquer le rôle d'un sonomètre.</li><li>– Comprendre le fonctionnement et les applications du sonar et de l'échographie</li></ul>	<p><b>Ondes acoustiques et applications</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Les élèves utilisent des logiciels d'analyse de son pour étudier les caractéristiques des ondes sonores (fréquence, amplitude, etc.). Ils tracent des graphiques représentant différents signaux sonores.</li><li>– Ils interprètent également des graphiques et des données liées à l'intensité sonore et à la propagation des ondes acoustiques.</li><li>– Les élèves en groupe conçoivent et construisent un instrument de musique simple (un sifflet, un tambour, un instrument à corde) afin d'appliquer les principes acoustiques. Ils analysent les propriétés acoustiques de l'instrument créé pour chercher à l'améliorer afin qu'il produise un meilleur son.</li><li>– Les élèves réalisent un projet de recherche sur les</li></ul>

- Comprendre les principes fondamentaux des ondes acoustiques.
- Connaitre la relation entre fréquence, longueur d'onde et vitesse du son

### ***Savoir-faire et attitudes***

#### **Ondes acoustiques et applications**

Tout le long du cours et à la fin de la période, l'élève doit être en mesure de :

- Réaliser des expériences pour observer les phénomènes acoustiques (réflexion, réfraction, absorption).
- Interpréter des graphiques et des données liées à l'intensité sonore et à la propagation des ondes acoustiques.
- Utiliser des instruments de mesure du son (comme les sonomètres) pour mesurer l'intensité sonore dans différents environnements
- Appliquer les principes de l'acoustique dans la conception et la construction d'un instrument de musique simple pour expliquer le fonctionnement des technologies sonores.
- Utiliser la relation entre fréquence, longueur d'onde et vitesse du son pour effectuer des exercices relatifs aux ondes

applications des ondes acoustiques telles que l'échographie (médecine), l'acoustique architecturale (théâtres, salles de concert), la technologie audio (microphones, haut-parleurs), le sonar (recherche marine), etc. Ils présentent les résultats de leur recherche en classe et discutent de l'importance de ces applications.

- Ils abordent également les aspects éthiques, sociétales et environnementales des technologies sonores par rapport aux bruits que provoquent l'utilisation irresponsable de ces technologies sonores.
- Ils proposent des campagnes de sensibilisation pour faire prendre conscience aux gens du problème de la pollution acoustique qui a des effets néfastes sur la santé.

<p>acoustiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réaliser l'étude du sonar et de l'échographie pour bien comprendre leur fonctionnement.</li> <li>– Manifester un intérêt actif pour comprendre les phénomènes naturels et les principes scientifiques.</li> <li>– Évaluer de manière critique les résultats expérimentaux et les théories.</li> <li>– Collaborer efficacement avec les pairs lors des expériences et des projets de groupe en partageant les idées, en respectant les perspectives différentes et en participant activement aux activités proposées tout en prenant en charge son propre processus d'apprentissage.</li> <li>– Présenter clairement les résultats des expériences et les conclusions tirées tout en participant activement aux discussions en classe.</li> <li>– Adopter une approche responsable lors de la réalisation d'expériences, en respectant les normes de sécurité.</li> </ul>	
---	--

## **Modalités et critères d'évaluation**

### ***Évaluation diagnostique***

L'enseignant identifie les notions supposées avoir été acquises au cycle 2 en relation avec chaque unité d'apprentissage concernée. Il vérifie leur acquisition par les élèves à l'aide d'une évaluation diagnostique et effectue, le cas échéant, une brève remédiation.

### ***Évaluation formative et réflexive***

Pour chaque séquence de l'unité d'apprentissage, l'enseignant prépare une liste de séances lors desquelles il va pouvoir effectuer des évaluations formatives ; il se laisse une certaine latitude et flexibilité qu'il exercera en fonction de sa perception de la progression des élèves.

### ***Évaluation sommative continue***

L'enseignant établit la liste des savoirs et savoir-faire de l'unité d'apprentissage qu'il considère comme les plus importants et/ou qu'il souhaite pouvoir évaluer. Il organise le processus d'évaluation correspondant à raison de deux par période (soit deux pour la totalité de chaque unité d'apprentissage).

### ***Évaluation certificative terminale***

L'enseignant se réfère à la liste des compétences liées à la discipline, et plus particulièrement aux composantes qui sont associées à l'unité d'apprentissage concernée. Pour chacune d'elles, il indique le niveau de développement que l'élève a atteint : acquisition, application ou autonomie en se référant au tableau décrit dans les principes didactiques de la discipline.

L'élève fait de même sous la forme d'une autoévaluation et les deux positions sont comparées et discutées. L'enseignant fixe le niveau de développement définitif pour chacune des composantes.

A l'issue de chaque itération, l'élève se voit communiquer l'appréciation reçue ainsi que celle de l'évaluation précédente pour l'ensemble des composantes des trois compétences associées aux sciences expérimentales.

## Progression

### Répartition annuelle des « unités d'apprentissage »

Le tableau ci-dessous décrit la répartition des unités d'apprentissage par année du secondaire, ainsi que l'horaire hebdomadaire attribué à chacune des deux séries MP et SVT uniquement, la répartition des unités d'apprentissage des séries SES et LLA faisant l'objet d'une présentation dans une autre partie.

Les lignes en grisé ne concernent que la série MP (et pas la série SVT).

ANNEE	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Horaire MP	Horaire SVT
Sec. I	A1	B1	C1	D1	2 h/sem.	2 h/sem.
	A1	B1	C1	D1		
Sec. II	A2	B2	C2	D2	2 h/sem.	2 h/sem.
	A2	B2	C2	D2		
Sec. III	A3	B3	B4	A4	4 h/sem.	3 h/sem.
	A3	B3	B4	A4		
	C3	C3	D3	D3		
	C4 <sup>4</sup>	C4	B5	B5		
Sec. IV	A5	A6	D4	D5	4 h/sem.	2 h/sem.
	A5	A6	D4	D5		
	B6	B7	C5	C6		
	B6	B7	C5	C6		

<sup>4</sup> La série MP effectue l'UA C3 en période 1 et l'UA C4 en période 2. La série SVT effectue uniquement l'UA C3, sur les périodes 1 et 2.

Pour mémoire, les thèmes des unités d'apprentissage mentionnés dans le tableau ci-dessus sont les suivants :

N°	Unités d'apprentissage
S 1 : A <sub>1</sub>	Matière, environnement et espace : De la nucléosynthèse à la formation de Terre dans le système solaire
S 1 : B <sub>1</sub>	Forces, mouvement et travail : Types de mouvement, caractéristiques des forces et interactions entre les corps et applications
S 1 : C <sub>1</sub>	Électricité et magnétisme : Nature de l'électricité, circuits et sécurité des installations électriques
S 1 : D <sub>1</sub>	Optique et ondes : Des signaux pour observer et communiquer
S 2 : A <sub>2</sub>	Matière, environnement et espace : Chaleur et changements d'états de la matière
S 2 : B <sub>2</sub>	Forces, mouvement et travail : Équilibre d'un corps soumis à un système de forces et description du mouvement
S 2 : C <sub>2</sub>	Électricité et magnétisme : Grandeurs électriques et effets de l'électricité sur la matière
S 2 : D <sub>2</sub>	Optique et ondes : Nature de la lumière et vision des couleurs
S 3 : A <sub>3</sub>	Matière, environnement et espace : Transferts et conversions de l'énergie, le cas de la chute libre
S 3 : C <sub>3</sub>	Électricité et magnétisme : Lois dans les circuits d'associations de dipôles
S 3 : B <sub>3</sub>	Forces, mouvement et travail : Étude cinématique du point
S 3 : B <sub>4</sub>	Forces, mouvement et travail : Travail d'une force et conservation de l'énergie d'un système
S 3 : D <sub>3</sub>	Optique et ondes : Propriétés des ondes et dualité onde corpuscule de la lumière
S 3 : A <sub>4</sub>	Matière, environnement et espace : Energie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique et conservation de l'énergie
S 3 : C <sub>4</sub>	Électricité et magnétisme : Condensateurs et bobines (MP uniquement)
S 3 : B <sub>5</sub>	Forces, mouvement et travail : Les lois de Newton appliquées aux différents types de mouvements (MP uniquement)

S 4 : A <sub>5</sub>	Matière, environnement et espace : L'énergie de l'infiniment petit à l'infiniment grand
S 4 : A <sub>6</sub>	Matière, environnement et espace : Sources d'énergie et dérèglement climatique
S 4 : D <sub>4</sub>	Optiques et ondes : Ondes mécaniques transversales et longitudinales
S 4 : D <sub>5</sub>	Optiques et ondes : Le son et ses applications
S 4 : B <sub>6</sub>	Forces, mouvement et travail : Définition et propriétés des oscillateurs mécaniques (MP uniquement)
S 4 : B <sub>7</sub>	Forces, mouvement et travail : Interactions fondamentales de la matière (MP uniquement)
S 4 : C <sub>5</sub>	Électricité et magnétisme : Génération de courants continu et alternatif (MP uniquement)
S 4 : C <sub>6</sub>	Électricité et magnétisme : Oscillateurs électriques et circuit R-L-C (MP uniquement)

#### **Des repères de progression dans la maîtrise des compétences ciblées**

Les thèmes des quatre années ont été pensés pour permettre une progression non seulement en termes de connaissances mais également du développement des compétences. Les rôles de ces quatre années peuvent en effet être considérés comme distincts et progressifs du point de vue de la progression des élèves vers la maîtrise des compétences décrites dans le profil de sortie du secondaire.

Plus précisément :

- La première année a pour but de revoir les acquis du fondamental et d'explorer les bases des chapitres qui seront traités les années suivantes.
- La deuxième année est destinée à promouvoir auprès des élèves leurs facultés d'observation et la description des phénomènes, tout en allant un peu plus loin dans l'approfondissement de la compréhension des quatre thématiques traitées.
- La troisième année a pour but de commencer à développer une vision globale de la physique, par l'approfondissement des thèmes liés à l'énergie, aux forces, à l'électricité et au magnétisme. En parallèle, les élèves développent leurs compétences d'argumentation et, de la description des phénomènes, ils passent à leur explicitation, voire à un certain niveau de formalisation.
- La quatrième année est une année spécialisation, mais également d'intégration des connaissances acquises et des compétences développées durant les trois années précédentes. Au travers des activités proposées, les élèves sont également poussés vers des compétences de synthèse et d'analyse qui les préparent à l'entrée dans le supérieur.