



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Classes à horaires aménagés en
mathématiques et en sciences (CHAMS)

Référentiel pour

**mobiliser les connaissances
et compétences
disciplinaires**

SEPTEMBRE 2026

SOMMAIRE

Introduction.....	3
Présentation des Classes à horaires aménagés en mathématiques et en sciences.....	4
Objectifs des CHAMS.....	5
Le référentiel des connaissances et des compétences disciplinaires au cœur des CHAMS	6
Les grands domaines de connaissances et de compétences communs à l'ensemble des CHAMS	7
Fiches thématiques.....	8
Principes des fiches	8
Organisation des fiches.....	8
Thématique « Climat et transition écologique »	10
Thématique « Astronomie et sciences de l'Univers »	17
Thématique « Santé ».....	23
Thématique « Habitat et énergie »	28
Thématique « Robotique et transport »	33
Thématique « Ressources naturelles et gestion durable »	38
Thématique « Architecture, sciences et arts ».....	43
Thématique « Numérique, données et innovations ».....	48
Ressources.....	54

INTRODUCTION

Développer l'esprit scientifique et mathématique de tous les élèves constitue une ambition essentielle de l'École. Dans un monde marqué par des transformations scientifiques, technologiques et environnementales majeures, l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques, la capacité à raisonner, à argumenter et mettre à l'épreuve des faits sont indispensables pour comprendre le monde, exercer son esprit critique et construire une pensée autonome.

L'enseignement des mathématiques, des sciences de la vie et de la Terre, de la physique-chimie et de la technologie contribue pleinement à cette ambition. Au-delà de l'acquisition de connaissances, ces disciplines apprennent aux élèves à questionner, observer, émettre des hypothèses et les éprouver en les confrontant au réel (observation, mesures, données), modéliser, analyser des résultats et en tirer des conclusions fondées sur des preuves. Savoir pratiquer des démarches scientifiques et technologiques et comprendre comment les savoirs se construisent font partie intégrante de la culture scientifique dont toutes les citoyennes et tous les citoyens doivent disposer.

Cette culture scientifique et technologique est indispensable pour appréhender les grands enjeux contemporains : santé, climat, biodiversité, ressources et énergie, numérique. En développant le goût des sciences et en faisant découvrir la diversité des métiers scientifiques et technologiques, l'École contribue également à susciter des vocations et à réduire les inégalités entre les filles et les garçons dans l'accès aux formations et aux carrières scientifiques.

Les classes à horaires aménagés mathématiques et sciences (CHAMS) constituent un levier privilégié de cette ambition. Fondées sur les programmes, elles proposent un enseignement scientifique renforcé permettant aux élèves d'approfondir leurs connaissances et leurs compétences et de pratiquer les démarches propres aux sciences et à la technologie. Elles offrent ainsi un cadre particulièrement propice pour développer l'ambition scientifique des élèves et leur capacité à raisonner, ainsi qu'à comprendre le monde qui les entoure.

PRÉSENTATION DES CLASSES À HORAIRES AMÉNAGÉS EN MATHÉMATIQUES ET EN SCIENCES

La création des classes à horaires aménagés en mathématiques et en sciences (CHAMS) a pour ambition de développer l'appétence des élèves, en 4^e ou en 3^e, pour ces disciplines et de rendre les parcours scientifiques accessibles à toutes et à tous, en dépassant les stéréotypes de genre et les freins sociaux.

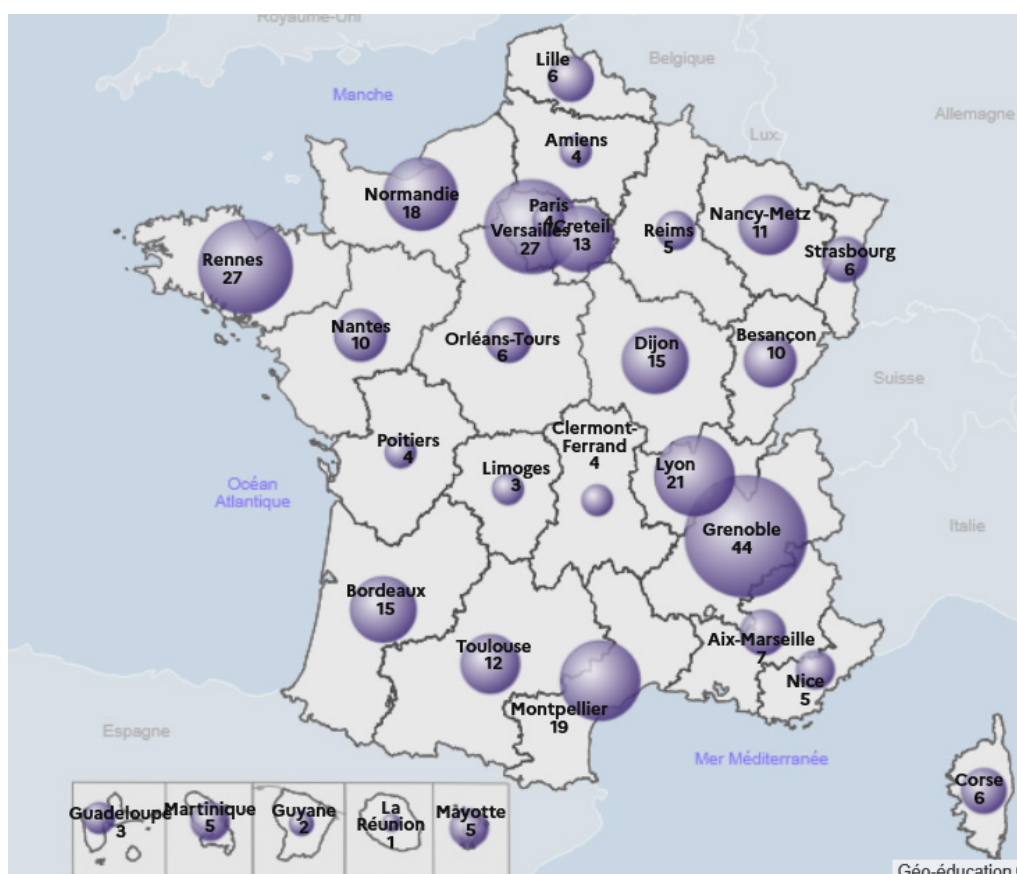
Ces classes constituent un cadre d'enseignement supplémentaire, fondé sur l'acquisition de savoirs et de compétences ainsi que sur la pratique d'une démarche scientifique, en lien avec des partenaires issus du monde de la recherche et de l'ingénierie.

Les CHAMS en quelques chiffres

L'expérimentation lancée à la rentrée 2025 comportait 43 collèges pilotes de 12 académies, ainsi qu'une trentaine de collèges de l'académie de Grenoble qui a souhaité faire une préfiguration à grande échelle.

L'équilibre entre filles et garçons est atteint, avec une légère majorité de filles (57 %) dans ces classes.

Le déploiement se poursuit et s'amplifie avec plus de 300 CHAMS prévues sur l'ensemble du territoire pour 2026-2027.



OBJECTIFS DES CHAMS

Les CHAMS constituent un cadre d'enseignement renforcé, fondé sur l'acquisition de savoirs et de compétences ainsi que sur la pratique d'une démarche scientifique, en lien avec des partenaires issus du monde de la recherche et de l'ingénierie.

Au sein de la classe, cela se traduit par cinq objectifs pour les élèves :

- acquérir, consolider et remobiliser des connaissances en mathématiques, en sciences de la vie et de la Terre, en physique-chimie et en technologie ;
- s'approprier des démarches scientifiques et technologiques, comprendre les méthodes d'élaboration des savoirs scientifiques ;
- étudier avec des chercheuses et des chercheurs, des professionnels, ainsi que des étudiantes et des étudiants ;
- s'engager dans un projet collectif ancré dans un questionnement scientifique et technologique ;
- apprendre dans un environnement qui valorise la réussite, la diversité et l'égalité entre les filles et les garçons.

LE RÉFÉRENTIEL DES CONNAISSANCES ET DES COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES AU CŒUR DES CHAMS

Ce référentiel s'adresse aux professeurs enseignant en CHAMS. Il a pour objectif de les accompagner dans la conception et la mise en œuvre d'un enseignement scientifique renforcé, fondé sur les programmes de mathématiques, de sciences de la vie et de la Terre, de physique-chimie et de technologie.

Il met en évidence les connaissances et compétences pouvant être approfondies dans le cadre des CHAMS ainsi que les croisements et les articulations possibles entre les quatre disciplines. Il vise ainsi à favoriser des démarches scientifiques et technologiques exigeantes, tout en laissant aux équipes la liberté de construire des projets adaptés au contexte de leur établissement et aux partenariats mobilisés.

Le référentiel est organisé en deux parties :

- une première partie présente les grands domaines de connaissances et de compétences communs à l'ensemble des CHAMS, en lien avec les cinq objectifs définis dans le guide [*Accompagner la mise en œuvre d'une CHAMS*](#) ;
- une seconde partie décline, autour de grandes thématiques, des connaissances et compétences issues des quatre programmes disciplinaires et propose des exemples de situations d'apprentissage et de projets permettant de les mobiliser et de les approfondir.

LES GRANDS DOMAINES DE CONNAISSANCES ET DE COMPÉTENCES COMMUNS À L'ENSEMBLE DES CHAMS

1. Acquérir, consolider et remobiliser **des connaissances** en mathématiques, en sciences de la vie et de la Terre, en physique-chimie et en technologie

- Connaître la structure et les transformations de la matière, les mouvements et les interactions, l'énergie et les phénomènes ondulatoires.
- Connaître le corps humain, la biodiversité et l'évolution du vivant, le fonctionnement de la Terre.
- Comprendre la conception et le fonctionnement des objets et systèmes techniques, ainsi que les données, les algorithmes, la programmation et l'intelligence artificielle.
- Acquérir et renforcer des concepts mathématiques et mobiliser différents types de raisonnements.

2. S'approprier des **démarches scientifiques** et technologiques et comprendre les méthodes d'élaboration des savoirs scientifiques

- Décrire un phénomène ou un besoin, formuler un problème et des hypothèses, élaborer une stratégie pour les éprouver.
- Expérimenter, observer, modéliser et mesurer avec des instruments adaptés.
- Interpréter des résultats, choisir un modèle, le confronter à la réalité.
- Expérimenter l'efficacité des concepts mathématiques dans des situations réelles.
- Mener une démarche technologique, imaginer des solutions durables, concevoir, fabriquer, programmer un objet ou un système technique.
- Analyser sa démarche, faire preuve d'esprit critique.

3. Étudier avec des **chercheurs, des professionnels** et des étudiants

- Relier une découverte à ses applications dans le quotidien, questionner les liens entre sciences, technologie et société.
- Comprendre que la science est une construction collective, qui dépasse les frontières et s'évalue entre pairs.
- Enrichir sa connaissance des métiers et des parcours associés.
- Rencontrer des scientifiques, femmes et hommes, qui font avancer les sciences et les technologies, découvrir des rôles modèles contemporains.

4. S'engager dans un **projet collectif** ancré dans un questionnement scientifique et technologique

- S'approprier un problème ou une question scientifique, l'enrichir au cours du projet.
- Travailler en équipe : planifier, coopérer, se répartir les tâches de manière équitable, s'appuyer sur l'interdépendance des contributions, où chaque membre joue un rôle essentiel pour la réussite collective, évaluer et réguler le travail collectif.
- Réaliser une production finale, la présenter, justifier les choix, débattre avec des arguments scientifiques.

5. Apprendre dans un environnement qui valorise la **réussite, la diversité et l'égalité** entre les filles et les garçons

- Développer la confiance en ses capacités, persévérer et comprendre que l'erreur est une étape nécessaire pour apprendre, tout particulièrement dans les domaines scientifiques et techniques.
- Dépasser les idées reçues et les stéréotypes sur les métiers.
- S'investir dans l'ensemble des tâches du projet, manipuler, rédiger, communiquer, quel que soit son genre.
- S'autoévaluer et établir un bilan des connaissances et compétences scientifiques et techniques acquises, en lien avec les programmes, à travers le projet mené en CHAMS.

FICHES THÉMATIQUES

Principes des fiches

Les huit fiches thématiques proposées présentent les contenus disciplinaires sur lesquels les équipes peuvent prendre appui. Elles répondent à une même intention : donner à voir comment les disciplines des CHAMS (sciences de la vie et de la Terre, physique-chimie, mathématiques et technologie) articulent leurs apports et leurs démarches, autour d'un questionnement scientifique et technique, au bénéfice des apprentissages des élèves.

Pour chaque thématique, ces fiches identifient des éléments des programmes du cycle 4 et proposent des exemples de situations d'apprentissage, ainsi que des pistes de questionnement scientifique. Elles offrent différents points d'entrée pour construire une séquence interdisciplinaire cohérente, dans laquelle les disciplines contribuent de manière complémentaire et articulée. Mathématiques et sciences s'enrichissent mutuellement : les outils et démarches mathématiques permettent de modéliser et de raisonner en physique-chimie, en sciences de la vie et de la Terre et en technologie ; en retour, les situations scientifiques donnent du sens aux notions mathématiques et contribuent à leur appropriation. De même, raisonnement scientifique et démarches technologiques se nourrissent mutuellement.

Ces fiches constituent des ressources d'appui mobilisables à différentes étapes de la formalisation du projet pédagogique : lors de la concertation avec le ou les partenaires, au moment de son élaboration et dans la réflexion sur les modalités d'évaluation des apprentissages.

Organisation des fiches

Pour chacune des thématiques un questionnement scientifique est proposé avec une question développée (en gras) et deux exemples de questions supplémentaires à aborder (en italique).

Thématique	Questionnements scientifiques présentés
Climat et transition écologique	Comment l'océan intervient-il dans la régulation du climat et quelles en sont les limites ? <i>Comment mesurer localement les effets du changement climatique ?</i> <i>Comment faire évoluer les repas de la cantine pour réduire leur impact climatique tout en conservant leur qualité nutritionnelle ?</i>
Astronomie et sciences de l'Univers	Comment concevoir une mission robotisée permettant de rechercher des indices d'habitabilité, ainsi que des traces de vie passée et d'activité géologique d'une planète ? <i>Comment représenter, à l'échelle, le système solaire et comparer l'histoire géologique de planètes pour en comprendre l'histoire et l'organisation ?</i> <i>Comment évaluer l'habitabilité d'une exoplanète ?</i>
Santé	Comment assurer la chaîne du froid d'un produit de santé ou d'un aliment pour en garantir la qualité et la sécurité sanitaire ? <i>Comment adapter les espaces du collège pour améliorer la santé et le bien être de toutes et tous ?</i> <i>Comment collecter et exploiter des données de santé pour en tirer des informations fiables, tout en respectant la vie privée des personnes ?</i>

Thématique	Questionnements scientifiques présentés
Habitat et énergie	Comment aménager un îlot de fraîcheur écologique et durable dans la cour d'un établissement pour lutter contre une forte chaleur, tout en favorisant la biodiversité ? <i>Comment concevoir une serre connectée permettant de répondre aux besoins des végétaux tout en limitant les consommations d'eau et d'énergie ?</i> <i>Comment concevoir un abri à vélos solaire qui produit l'énergie nécessaire à ses usages, tout en limitant son impact sur le sol et la biodiversité de l'établissement ?</i>
Robotique et transport	Comment aménager une solution de transport autonome aux abords de l'établissement en réduisant les consommations d'énergie et les impacts sur les sols, la biodiversité et le cadre de vie ? <i>Comment concevoir un système capable de trier automatiquement différents types de déchets (plastique, verre, métal, papier), en optimisant sa précision, son efficacité énergétique et son impact environnemental, tout en sensibilisant les utilisateurs au recyclage ?</i> <i>Comment concevoir un drone livreur autonome, capable d'optimiser ses trajets en milieu urbain, tout en minimisant sa consommation d'énergie, son impact environnemental et sur la faune ?</i>
Ressources naturelles et gestion durable	Comment réduire l'utilisation des ressources naturelles et la production de déchets pour limiter les impacts environnementaux ? <i>Comment produire et utiliser une ressource alimentaire adaptée au contexte environnemental local ?</i> <i>Forêt et ressource en bois : comment concilier usages, renouvellement et préservation de l'écosystème ?</i>
Architecture, sciences et arts	Comment les formes, les proportions, les matériaux et le vivant façonnent-ils une architecture à la fois robuste, harmonieuse et durable ? <i>Comment la lumière crée-t-elle l'illusion, l'image et la couleur ?</i> <i>Comment les mathématiques peuvent-elles contribuer à décrire les formes du vivant ?</i> <i>Comment transformer, transmettre et retrouver une information cachée dans un message ou un signal sonore ?</i>
Numérique, données et innovations	Comment exploiter les données environnementales, les outils numériques et l'intelligence artificielle pour anticiper, modéliser et prévenir les feux de forêt, et avec quelles limites ? <i>Comment produire des données fiables pour caractériser l'environnement du collège et éclairer des choix d'aménagement ? Quels paramètres permettent de caractériser certaines conditions environnementales du collège ?</i> <i>Comment représenter l'évolution d'un phénomène biologique sans en déformer le sens ?</i>

Thématique « Climat et transition écologique »

Les apprentissages introduits dans cette thématique « Climat et transition écologique » conduisent les élèves à comprendre le fonctionnement du système climatique comme un système global et dynamique, dans lequel interagissent l'atmosphère, l'hydrosphère, la biosphère, les surfaces continentales et les activités humaines. Les élèves apprennent à distinguer la variabilité naturelle du climat des évolutions liées aux activités humaines et à identifier, à partir de données scientifiques, les principaux mécanismes et facteurs à l'origine du changement climatique anthropique.

Les élèves étudient des manifestations et des conséquences documentées du changement climatique, en mobilisant des données, des observations et des représentations adaptées : évolution des températures et des précipitations, modification des régimes hydrologiques, retrait des glaciers, élévation du niveau marin, évolution des aires de répartition des espèces, perturbation des écosystèmes, disponibilité de la ressource en eau et vulnérabilité différenciée des territoires. Ces phénomènes sont analysés à différentes échelles spatiales et temporelles, afin de prendre en compte la diversité des situations et des évolutions climatiques.

L'étude de la transition écologique permet de mettre en relation les connaissances relatives au climat avec celles portant sur les ressources, les systèmes énergétiques, les activités humaines, les modes de production et de consommation et les transformations des territoires. Les élèves apprennent notamment à distinguer les démarches d'atténuation, qui visent à agir sur les causes du changement climatique, et les démarches d'adaptation, qui cherchent à limiter les effets du changement climatique sur les populations, les territoires et les milieux.

Les élèves sont amenés à comprendre que les réponses à la transition écologique relèvent à la fois de choix techniques, économiques, sociaux, territoriaux et politiques. Ils apprennent à apprécier la portée et les limites de différentes mesures à partir de données quantitatives, de documents scientifiques et de sources identifiées, en distinguant les faits établis, les hypothèses, les modèles, les choix de société et les prises de position.

Les situations proposées visent l'acquisition, la consolidation et l'évaluation de connaissances et de compétences associées à la thématique « Climat et transition écologique », dans le cadre d'un projet pédagogique. La production réalisée par les élèves constitue un support et une trace de ces apprentissages. Les enseignants comme les partenaires contribuent à l'acquisition de ces connaissances et compétences disciplinaires. L'évaluation des acquis des élèves se fait tout au long de l'année et ne se limite pas à une évaluation de la production finale.

Dans les exemples proposés, les quatre disciplines sont mobilisées afin de donner à voir les différentes possibilités. Les équipes sont invitées à sélectionner, à adapter et à combiner ces entrées selon leur contexte et le questionnement choisi.

D'autres questionnements peuvent être développés en mobilisant d'autres connaissances et compétences des programmes en vigueur au cycle 4. Quelques exemples sont aussi proposés.

Questionnement scientifique développé : comment l'océan intervient-il dans la régulation du climat et quelles en sont les limites ?

Connaissances et compétences disciplinaires

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
SVT	La planète Terre, l'environnement et l'action humaine - Expliquer quelques phénomènes météorologiques et climatiques. - Météorologie ; dynamique des masses d'air et des masses d'eau. - Différence entre météo et climat. - Les changements climatiques passés (temps géologiques) et actuels (influence des activités humaines sur le climat notamment par l'émission de gaz à effet de serre). - Relier les connaissances scientifiques sur les risques naturels (ex. : cyclones) ainsi que ceux liés aux activités humaines (pollution des mers, réchauffement climatique, montée du niveau des océans...) aux mesures de prévention (quand c'est possible), de protection, d'adaptation, ou d'atténuation. - Envisager ou justifier des comportements responsables face à l'environnement et à la préservation des ressources limitées de la planète. - Expliquer comment une activité humaine peut modifier l'organisation et le fonctionnement des écosystèmes en lien avec quelques questions environnementales globales.
Physique- Chimie	L'énergie, ses transferts et ses conversions - Identifier un dispositif de conversion d'énergie dont le fonctionnement s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone. - Associer l'émission et l'absorption d'un rayonnement à un transfert d'énergie. - Rayonnement émis par un objet. - Absorption d'un rayonnement par un objet. - Transfert d'énergie par rayonnement. - Absorption du rayonnement terrestre par les gaz à effet de serre. Organisation et transformation de la matière Décrire la constitution et les états de la matière - Masse volumique : relation $m = \rho \cdot V$, influence de la température. - Estimer expérimentalement une valeur de solubilité dans l'eau. Décrire et expliquer les transformations chimiques - Mettre en œuvre des tests caractéristiques d'espèces chimiques à partir d'une banque fournie. - Identifier expérimentalement une transformation chimique. - Distinguer transformation chimique et mélange, transformation chimique et transformation physique. - Interpréter une transformation chimique comme une redistribution des atomes. - Utiliser une équation de réaction chimique fournie pour décrire une transformation chimique observée. - Notions de molécules, atomes, ions. - Conservation de la masse lors d'une transformation chimique. - Associer leurs symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique. - Interpréter une formule chimique en termes atomiques. - Dioxygène, dihydrogène, diazote, eau, dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote. - Propriétés de quelques transformations chimiques - Identifier le caractère acide ou basique d'une solution par mesure de pH. - Identifier les gaz à effet de serre produits lors de transformations chimiques. - Combustion dans l'air.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Mathématiques	Organisation et gestion de données, fonctions • Lire, interpréter et représenter des données ; utiliser un tableur-grapheur. • Statistiques : caractéristiques de position (moyenne, médiane) et de dispersion (étendue). • Proportionnalité : coefficient, taux d'évolution, coefficient multiplicateur ; pourcentages ; formule liant deux grandeurs. • Passer d'un mode de représentation d'une fonction à un autre. • Modéliser un phénomène continu par une fonction. • Modéliser une évolution par une fonction affine ; extrapoler une tendance. • Résoudre des problèmes modélisés par des fonctions. Nombres et calculs • Puissances, notation scientifique. • Utiliser diverses représentations d'un même nombre. • Associer à des objets des ordres de grandeur. Grandeurs et mesures • Grandeurs composées (produit, quotient) et conversions d'unités ; vérification de la cohérence des résultats du point de vue des unités. Espace et géométrie • Mener des raisonnements et s'initier à la démonstration. Algorithmique et programmation • Notions d'algorithme et de programme ; variable informatique ; déclenchement d'une action par un événement ; séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles. • Écrire, mettre au point et exécuter un programme en réponse à un problème donné.
Technologie	Caractériser et choisir un objet ou un système technique selon différents critères : le choix d'un OST dans un contexte de développement durable • Identifier les caractéristiques à prendre en compte dans le choix d'un OST en vue de répondre à un besoin, comparer qualitativement et/ou quantitativement (incidences environnementales, bilan carbone, efficacité énergétique) plusieurs OST répondant au même besoin et arrêter un choix. Décrire et caractériser l'organisation interne d'un objet ou d'un système technique et ses échanges avec son environnement (énergies, données) : fonctions, solutions, constituants de la chaîne d'énergie • Identifier les constituants d'une chaîne d'énergie et les associer à leurs fonctions, Repérer les transformations d'énergie et les flux d'énergie au sein de l'OST. Imaginer, concevoir et réaliser une ou des solutions en réponse à un besoin, à des exigences (de développement durable, par exemple) ou à la nécessité d'améliorations dans une démarche de créativité : la modélisation et la fabrication • Modifier une forme à l'aide d'une modélisation, choisir les moyens et produire la forme voulue. • Concevoir, écrire, tester et mettre au point un programme : la programmation des OST. • Modifier un algorithme permettant de répondre au besoin ou au problème posé. • Traduire un algorithme permettant de répondre à un besoin ou à un problème simple en un programme. • Réaliser et mettre au point un programme commandant un système réel incluant éventuellement une interaction entre un humain et une machine.

Situations d'apprentissage possibles associées au questionnement scientifique : comment l'océan intervient-il dans la régulation du climat et quelles en sont les limites ?

Comprendre le rôle de l'océan dans le cycle du carbone

Où part le CO₂ que nous émettons et quelle fraction de celui-ci l'océan absorbe-t-il ?

- Les élèves lisent, interprètent et exploitent des données satellites et comparent des mesures météorologiques locales à des séries climatiques de référence, afin de distinguer un événement météorologique, la variabilité interannuelle et une tendance climatique.
- Les élèves réalisent la combustion d'un combustible, mettent en évidence la formation de dioxyde de carbone et interprètent la transformation chimique à l'aide d'une équation de réaction fournie, en vérifiant la conservation de la masse.
- Les élèves repèrent les grandeurs en jeu et modélisent les transferts de carbone entre l'atmosphère, les êtres vivants, les sols et les océans, puis identifient les conditions dans lesquelles un écosystème stocke ou libère du carbone.
- Les élèves exploitent un modèle du bilan énergétique de la Terre pour relier l'absorption d'une partie du rayonnement infrarouge par certains gaz atmosphériques au réchauffement du système climatique et à l'augmentation de la température de l'océan.

Expérimenter l'absorption du CO₂ et l'acidification de l'océan

Que devient le CO₂ dissous dans l'eau de mer et quels effets peut-il avoir sur les organismes marins ?

- Les élèves mesurent expérimentalement la solubilité du dioxyde de carbone dans l'eau et étudient l'influence de la température sur la quantité de gaz dissous.
- Les élèves dissolvent du dioxyde de carbone dans l'eau, mesurent l'évolution du pH et mettent en relation cette évolution avec les transformations chimiques liées au CO₂ dissous.
- Les élèves exploitent des données scientifiques pour relier l'acidification de l'océan à certains effets sur les organismes marins à squelette ou coquille calcaire, notamment les coraux et les mollusques.

Mesurer et suivre les paramètres de l'océan

Comment mesurer et suivre les caractéristiques physiques et chimiques de l'océan ?

- Les élèves identifient les principaux paramètres permettant de caractériser l'état de l'océan : température, salinité, pH, dioxygène dissous, concentration en CO₂.
- Les élèves conçoivent et programment un dispositif instrumenté (capteurs de température, d'humidité, de pH et de CO₂ pilotés par un microcontrôleur) permettant d'acquérir, de traiter et de représenter des données environnementales.
- Les élèves analysent la chaîne d'information d'un dispositif de mesure : acquisition par les capteurs, numérisation par le microcontrôleur, traitement et transmission des données.
- Les élèves exploitent des données réelles issues de bases océanographiques (température, salinité, turbidité, pH, dioxygène dissous, etc.) et comparent différents jeux de données afin d'identifier des variations et des tendances.

Traiter et interpréter les données sur le carbone et le climat

Un hectare de mangrove, d'herbier ou de marais salé stocke-t-il plus de carbone qu'un hectare de forêt ?

- Les élèves représentent et analysent des données environnementales (température, CO₂, pH, hygrométrie...) à l'aide d'un tableur-grapheur. Ils calculent et interprètent des caractéristiques de position et de dispersion.
- Les élèves utilisent des ordres de grandeur (gigatonnes de CO₂) en notation scientifique et comparent, à l'aide de pourcentages, les quantités émises, absorbées ou stockées ainsi que les flux de CO₂ entre l'atmosphère et l'océan.
- Les élèves modélisent l'évolution d'une grandeur environnementale (température, concentration en CO₂ ou niveau marin) par une fonction affine, calculent un taux d'évolution et extrapolent une tendance.
- Les élèves lisent, interprètent et représentent des données scientifiques sur les herbiers marins, les marais salés et les mangroves pour caractériser la contribution de ces écosystèmes côtiers au stockage du carbone et étudier les conséquences de leur dégradation ou de leur restauration.

Comprendre le rôle régulateur de l'océan et ses limites

La capacité de l'océan à absorber du CO₂ est-elle constante ? De quels facteurs dépend-elle ?

- Les élèves étudient l'influence de la température sur la masse volumique de l'eau et mettent en relation le réchauffement de l'océan, la dilatation thermique et l'élévation du niveau marin.
- Les élèves lisent, interprètent et représentent des données pour étudier les variations de la température de l'océan, de sa teneur en CO₂ ou de son niveau et en recherchent les principaux facteurs explicatifs.
- Les élèves lisent, interprètent et représentent des données sur la répartition et les rythmes de vie des êtres vivants pour identifier certains effets du changement climatique sur la biodiversité marine et les écosystèmes océaniques.
- Les élèves confrontent la capacité de l'océan à absorber de l'énergie et du dioxyde de carbone aux conséquences de cette absorption (réchauffement, élévation du niveau marin, acidification, perturbations biologiques) afin de caractériser son rôle régulateur et ses limites.

Choisir, argumenter et s'ouvrir

Quelles réponses peuvent être apportées au changement climatique et quelles sont leurs limites ?

- Les élèves comparent plusieurs objets ou systèmes techniques répondant à un même besoin selon leur incidence environnementale, leur bilan carbone et leur efficacité énergétique, puis justifient un choix en structurant un raisonnement scientifique : énoncer les critères, les appliquer de manière rigoureuse, puis conclure.
- Les élèves comparent différentes mesures d'atténuation ou d'adaptation au changement climatique à partir de données scientifiques, et en analysant les bénéfices, les limites et les éventuels effets contradictoires.

Productions et évaluations possibles

Dossier scientifique, exposition, podcast ou présentation orale, permettant d'évaluer les connaissances acquises, leurs mobilisations en situation, l'exploitation de données scientifiques et la capacité à structurer un raisonnement scientifique.

Autres exemples de questionnements scientifiques

Comment mesurer localement les effets du changement climatique ?

Questionnement possible

Un épisode froid ou un hiver rigoureux constituent-ils un argument recevable au sujet du réchauffement climatique ? Sur quelle durée faut-il observer et comparer les données pour distinguer une fluctuation d'une tendance ? Les indicateurs phénologiques observés à proximité de l'établissement (floraison, feuillaison, migration, activité de certaines espèces, etc.) permettent-ils de mettre en évidence des effets déjà perceptibles de l'évolution du climat ? Les dates de floraison, de feuillaison, de migration ou l'activité de certaines espèces traduisent-elles une évolution du climat ? Comment mettre en relation les conditions climatiques avec la répartition ou les rythmes de vie des êtres vivants ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves conçoivent et programment une station météo connectée (capteurs de température, d'humidité et de CO₂ pilotés par un microcontrôleur), dont ils analysent la chaîne d'énergie et d'information, la déploient sur une année scolaire et publient un jeu de données ouvert. Ils comparent leurs mesures locales avec des séries climatiques de référence afin de distinguer un événement météorologique, la variabilité interannuelle et une tendance climatique. Le traitement des relevés mobilise le tableur-grapheur, les caractéristiques de position et de dispersion, la modélisation d'une évolution par une fonction affine et les précautions attachées à l'extrapolation d'une tendance. Un suivi phénologique local (dates de floraison ou de feuillaison, présence d'espèces migratrices, activité des insectes pollinisateurs, évolution saisonnière d'un milieu proche) est mis en relation avec les relevés météorologiques et avec les effets documentés du changement climatique sur la répartition et les rythmes de vie des êtres vivants. La prise en compte de l'incertitude et de la variabilité d'une mesure, ainsi que de la durée d'observation nécessaire pour établir une tendance, fait de ce projet un support privilégié de formation à l'esprit critique. La conception, le câblage, la programmation et le traitement des données font l'objet d'une répartition équitable des rôles.

Les élèves mettent en place un suivi météorologique et biologique à proximité de l'établissement afin de distinguer météo, variabilité et évolution climatique. Ils confrontent leurs mesures à des séries climatiques de référence et peuvent suivre des indicateurs phénologiques locaux (floraison des plantes, activité des insectes pollinisateurs, migration des oiseaux, feuillaison des arbres...). Ce projet permet d'interroger la durée d'observation nécessaire pour caractériser une tendance et de développer l'esprit critique face aux données climatiques.

Productions possibles

Station météo connectée, exposition, capsule vidéo, podcast, dispositif fonctionnel et jeu de données ouvert.

Comment faire évoluer les repas de la cantine pour réduire leur impact climatique tout en conservant leur qualité nutritionnelle ?

Questionnement possible

Quelle est l'empreinte carbone d'un repas ? Comment les choix alimentaires et les modes de production influencent-ils les sols, la biodiversité et les ressources naturelles ? Comment faire évoluer la composition des repas tout en maintenant des apports nutritionnels adaptés ? Quels leviers de réduction les plus significatifs : composition de l'assiette, provenance des denrées, mode de production des aliments, modes de cuisson et de conservation, ou réduction du gaspillage alimentaire ? Les scénarios proposés présentent-ils des bénéfices environnementaux mais aussi des limites ou des effets contradictoires ? Une réduction de l'empreinte est-elle compatible avec le maintien des apports nutritionnels, la maîtrise du coût et l'acceptabilité des repas ? Quelle peut être la portée d'une action conduite à l'échelle d'un établissement, au regard des autres échelles d'action ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves analysent les impacts climatiques et environnementaux des repas servis dans l'établissement en prenant en compte la production des aliments, leur transport, leur transformation, leur conservation et le gaspillage. Ils comparent différents scénarios permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre tout en considérant les besoins nutritionnels, la biodiversité, les ressources mobilisées, le coût et l'acceptabilité des repas.

Productions possibles

Affiche, charte pour la restauration, exposition, menu argumenté bas-carbone.

Thématique « Astronomie et sciences de l'Univers »

Les apprentissages introduits dans cette thématique permettent aux élèves de situer la Terre dans le système solaire et dans l'Univers, de comprendre certains phénomènes astronomiques et de découvrir les moyens scientifiques et techniques utilisés pour explorer des environnements éloignés.

En croisant observations, modélisations, calculs, traitement de données et conception de systèmes techniques, les élèves interrogent les particularités de la Terre, comparent différents astres et recherchent les indices permettant de reconstituer leurs histoires géologiques ou d'identifier des critères d'habitabilité d'un environnement planétaire.

Les questionnements conduits mobilisent les quatre disciplines : les sciences de la vie et de la Terre mobilisent les connaissances acquises sur la Terre, sa place dans le système solaire et sa dynamique géologique pour comparer des astres telluriques et interpréter des indices de leur histoire géologique ; la physique-chimie apporte la description de la matière et de sa structure dans l'Univers, la caractérisation des mouvements et des interactions, en particulier la force gravitationnelle, et l'étude des signaux lumineux comme moyen d'observation ; les mathématiques structurent le raisonnement quantitatif, c'est-à-dire la capacité à utiliser les nombres et la logique pour résoudre des problèmes, faire des comparaisons et soutenir des décisions en mobilisant : puissances de dix, ordres de grandeur, proportionnalité et échelles, grandeurs composées, représentations, graphiques, simulations algorithmiques ; la technologie conduit à la modélisation et à la simulation de systèmes, à l'analyse des chaînes d'énergie et d'information d'une sonde ou d'un rover, et à la conception, au prototypage et à la programmation de solutions techniques.

Le croisement de ces approches permet aux élèves de passer d'une échelle à une autre, du geste de mesure local aux distances astronomiques, du temps humain aux temps géologiques et cosmiques et d'articuler ce qui relève de l'observation directe, de la modélisation et de la simulation. Ils apprennent ainsi à distinguer une donnée mesurée d'une grandeur reconstruite ou extrapolée, et à apprécier ce qu'un instrument embarqué peut réellement établir à distance.

Les situations d'apprentissages proposées visent l'acquisition, la consolidation et l'évaluation de connaissances et de compétences associées à la thématique « Astronomie et sciences de l'Univers », dans le cadre d'un projet pédagogique. La production réalisée par les élèves constitue un support et une trace de ces apprentissages. Les enseignants comme les partenaires contribuent à l'acquisition de ces connaissances et compétences disciplinaires. L'évaluation des acquis des élèves se fait tout au long de l'année et ne se limite pas à une évaluation de la production finale.

Dans les exemples proposés, les quatre disciplines sont mobilisées afin de donner à voir les différentes possibilités. Les équipes sont invitées à sélectionner, à adapter et à combiner ces entrées selon leur contexte et le questionnement choisi.

D'autres questionnements peuvent être développés en mobilisant d'autres connaissances et compétences des programmes en vigueur au cycle 4. Quelques exemples sont aussi proposés.

Questionnement scientifique développé : comment concevoir une mission robotisée permettant de rechercher des indices d'habitabilité, ainsi que des traces de vie passée et d'activité géologique d'une planète ?

Connaissances et compétences disciplinaires

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
SVT	La planète Terre, l'environnement et l'action humaine • Expliquer quelques phénomènes géologiques à partir du contexte géodynamique global. • La Terre dans le système solaire ; le globe terrestre (dynamique interne et tectonique des plaques lithosphériques ; séismes, éruptions volcaniques. • Ères géologiques.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Physique- Chimie	Organisation et transformations de la matière Décrire la constitution et les états de la matière • Caractériser les différents états de la matière (solide, liquide et gaz). • Espèce chimique. • Corps pur et mélange. • Changements d'états de la matière. • Conservation de la masse, variation du volume, température de changement d'état. Décrire et expliquer des transformations chimiques • Associer leurs symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique. • Interpréter une formule chimique en termes atomiques. • Dioxygène, dihydrogène, diazote, eau, dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote. Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers • Décrire la structure de l'Univers et du système solaire. • Aborder les différentes unités de distance et savoir les convertir : du kilomètre à l'année-lumière. • Galaxies, évolution de l'Univers, formation du système solaire, âges géologiques. • Ordres de grandeur de quelques distances astronomiques. • Comparer les ressources terrestres de certains éléments. • Les éléments sur Terre et dans l'Univers (hydrogène, hélium, éléments lourds : oxygène, carbone, fer, silicium, terres rares...). • Constituants de l'atome, structure interne d'un noyau atomique (nucléons : protons, neutrons), électrons. Mouvement et interactions Caractériser un mouvement • Caractériser le mouvement d'un objet. • Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme. • Vitesse : direction, sens et valeur. • Mouvements rectilignes et circulaires. • Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en direction ou en valeur. • Relativité du mouvement dans des cas simples. Modéliser une action exercée sur un objet par une force caractérisée par une direction, un sens et une valeur • Identifier les actions mises en jeu (de contact ou à distance) et les modéliser par des forces. • Exploiter l'expression littérale scalaire de la loi de gravitation universelle, la loi étant fournie. • Action de contact et action à distance. • Force : direction, sens et valeur. • Force de pesanteur et son expression $P=mg$. Des signaux pour observer et communiquer Signaux lumineux • Distinguer une source primaire (objet lumineux) d'un objet diffusant. • Exploiter expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux. • Utiliser l'unité « année-lumière » comme unité de distance. • Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation, année-lumière. • Modèle du rayon lumineux

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Mathématiques	Nombres et calculs • Puissances, préfixes (nano à giga), notation scientifique ; « associer à des objets des ordres de grandeur » (distances astronomiques). Proportionnalité, grandeurs et mesures, géométrie • Échelles et agrandissement-réduction ; « reproduire une figure à une échelle donnée » (maquette). • Grandeurs composées : vitesse = distance/durée ; calcul de durées. • Sphères et cercles ; angles (méthode d'Ératosthène). • Passer d'un mode de représentation d'une fonction à un autre. • Modéliser un phénomène continu par une fonction. • Mener des raisonnements. Données et algorithmique • Lire et représenter les caractéristiques des planètes ; « écrire, mettre au point et exécuter un programme » (simulation d'orbite).
Technologie	Modélisation et simulation des OST • Modéliser et simuler numériquement le comportement d'un objet ou d'un système (système solaire, orbites, sonde). • Analyser une chaîne d'information : comment une sonde ou un satellite acquiert, numérise et transmet des données. Informatique, programmation et constituants • Comprendre, écrire, tester et modifier un programme associé à une fonction d'un OST (rover, cadran solaire numérique). • Fonctions des constituants : capteurs (luminosité, distance), microcontrôleur, actionneurs. Design, conception, réalisation • Imaginer, concevoir, prototyper et réaliser tout ou partie d'un OST (maquette motorisée, lunette simple ; fabrication additive).

Situations d'apprentissage possibles associées au questionnement scientifique : comment concevoir une mission robotisée permettant de rechercher des indices d'habitabilité ainsi que des traces de vie passée et d'activité géologique d'une planète ?

Choisir la cible et prendre la mesure du système solaire

Quelle planète choisir pour la mission, et à partir de quels critères ?

- Les élèves situent la Terre dans le système solaire parmi les planètes telluriques et comparent certaines caractéristiques afin de choisir et de justifier la cible de la mission.
- Les élèves relient l'existence possible d'eau liquide aux conditions de température et de pression en s'appuyant sur les changements d'état de l'eau.
- Les élèves manipulent puissances de dix, préfixes et notation scientifique pour comparer les ordres de grandeur des distances astronomiques

Observer à distance et prévoir les déplacements dans l'Univers : la lumière, le mouvement et le temps

Comment observer et prévoir la position et le mouvement d'une planète ?

- Les élèves distinguent une source primaire d'un objet diffusant, exploitent la propagation rectiligne de la lumière, relient la vitesse finie de la lumière à l'idée que « voir loin, c'est voir dans le passé » et introduisent l'année-lumière comme unité de distance.
- Les élèves calculent, à partir de la relation liant vitesse, distance et durée, le temps mis par la lumière ou par une sonde pour parcourir une distance donnée.

- Les élèves caractérisent le mouvement d'une planète (trajectoire, vitesse) et modélisent par une force l'interaction gravitationnelle qui gouverne le système solaire (loi de gravitation universelle fournie, poids $P = mg$).
- Les élèves écrivent, mettent au point et exécutent un programme simulant le mouvement d'une planète et traçant son orbite (variable, boucle, instruction conditionnelle).
- Les élèves exploitent des cartes, des images et des données disponibles afin de comparer plusieurs sites d'exploration et de choisir celui qui est susceptible de conserver des indices géologiques ou de témoigner d'anciennes conditions d'habitabilité.
- Les élèves définissent les observations, les mesures et les prélèvements qu'un robot mobile devrait réaliser afin de rechercher des indices d'eau passée, d'activité géologique ou de conditions potentiellement habitables.

Concevoir l'objet technique de la mission (sonde, robot mobile)

Avec quel objet technique observer, mesurer et transmettre des informations depuis une autre planète ?

- Les élèves modélisent et simulent numériquement le comportement d'un objet ou d'un système (orbite, trajectoire d'une sonde).
- Les élèves analysent la chaîne d'énergie d'une sonde spatiale (sources d'énergie, motorisation).
- Les élèves analysent la chaîne d'information d'un robot mobile instrumenté et expliquent comment elle acquiert, numérise et transmet ses données jusqu'à la Terre (capteurs, numérisation, transmission)
- Les élèves imaginent, conçoivent, prototypent et réalisent tout ou partie d'un rover instrumenté puis programment son déplacement et l'acquisition de données sur un terrain simulé.
- Les élèves collaborent, lorsque cela est possible, avec une formation de lycée scientifique, technologique ou professionnel (par exemple STI2D, STL, systèmes numériques, maintenance, programmation, etc.) pour concevoir, instrumenter ou programmer tout ou partie du robot mobile.
- Les élèves programment un OST à base de capteurs et de microcontrôleurs (robot mobile d'exploration ou cadran solaire numérique) et mettent au point son comportement.

Explorer et mesurer sur le terrain

Comment exploiter les mesures réalisées sur le terrain ?

- Les élèves identifient les observations et les mesures qu'un robot mobile ou une sonde devraient effectuer pour reconstituer l'histoire géologique d'un terrain planétaire, puis programment le robot mobile pour les réaliser sur un terrain simulé.
- Les élèves comparent la densité de cratères, la présence de structures volcaniques, de failles ou d'autres reliefs sur différents astres afin de proposer une chronologie relative simple de certaines surfaces et d'identifier des indices d'activité géologique passée ou actuelle.
- Les élèves exploitent des données relatives à des séismes martiens ou à des manifestations volcaniques pour rechercher des indices d'une activité interne passée ou actuelle.
- Les élèves lisent, interprètent et représentent les données recueillies lors d'une mission robotisée simulée pour caractériser le terrain exploré et reconstituer certains éléments de son histoire géologique.

Interpréter avec esprit critique et conclure

Quelles traces de vie et d'activité géologiques peuvent être identifiées ?

Comment définir une zone d'habitabilité ?

- Les élèves identifient quelques espèces chimiques associées à l'habitabilité ou à des pistes de biosignatures (eau, dioxygène, dioxyde de carbone, méthane, etc.) à partir de leur formule et distinguent leur détection de l'interprétation qui peut en être faite.
- Les élèves distinguent un indice d'activité géologique, un indice d'habitabilité et un indice susceptible d'être interprété comme une biosignature, puis discutent le niveau de preuve associé : un indice isolé ne permet pas de conclure directement à l'existence passée ou présente d'une vie.
- Les élèves rencontrent ou exploitent les ressources d'un laboratoire, d'un organisme de recherche ou d'un acteur du secteur spatial afin de confronter leur stratégie de mission aux méthodes réellement utilisées pour l'exploration planétaire.
- Les élèves comparent les échelles de temps humaines, géologiques et astronomiques à l'aide de représentations adaptées et produisent une conclusion argumentée sur l'habitabilité, l'activité géologique et les éventuels indices de vie passée du terrain étudié.

Productions et évaluations possibles

Dossier scientifique et technique argumenté, prototype de robot mobile, exposition, podcast, permettant d'évaluer les connaissances acquises, leurs mobilisations en situation, l'exploitation de données scientifiques et la capacité à structurer un raisonnement scientifique.

Autres exemples de questionnements scientifiques

Comment représenter, à l'échelle, le système solaire et comparer l'histoire géologique de planètes pour en comprendre l'histoire et l'organisation ?

Questionnements possibles

Peut-on rendre compte à la fois des distances et des tailles avec une même échelle ? Combien de temps la lumière du Soleil met-elle à parvenir jusqu'aux planètes lointaines ? Quelles structures géologiques peut-on reconnaître à la surface de la Terre, de Mars, de Vénus ou de la Lune ? Que nous apprennent cratères, édifices volcaniques, failles et reliefs sur l'histoire géologique de ces astres ? Comment établir une chronologie relative simple à partir des structures observées ? Pourquoi certains astres conservent-ils davantage de traces d'événements géologiques anciens que la Terre ? En quoi la dynamique actuelle de la Terre se distingue-t-elle de celle des autres planètes telluriques étudiées ?

Pourquoi certaines conservent-elles la trace d'impacts très anciens ? Que révèlent les surfaces de la Terre, de Mars, de Vénus et de la Lune sur leur histoire géologique ? Pourquoi certains astres conservent-ils davantage de traces d'événements anciens que d'autres ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves construisent une représentation à l'échelle du système solaire à partir de données réelles de tailles et de distances. Ils mobilisent les ordres de grandeur et les temps de propagation de la lumière, puis comparent les structures de surface de plusieurs astres telluriques afin d'identifier des indices de leur histoire et de leurs activités géologiques. Ils programment des simulations simples pour illustrer des phénomènes géologiques comme l'érosion ou les impacts de météorites sur les planètes telluriques.

Productions possibles

Parcours astronomique jalonné, audioguide, maquette à l'échelle, exposition, podcast.

Comment évaluer l'habitabilité d'une exoplanète ?

Questionnements possibles

Quelles caractéristiques de la Terre permettent aujourd'hui la présence et le maintien de la vie ? Parmi ces caractéristiques, lesquelles peut-on rechercher ou estimer sur une planète très éloignée ? Quelles conditions rendent une planète potentiellement habitable ? À quelle distance d'une étoile ces conditions peuvent-elles être réunies ? Une planète située dans une zone dite habitable est-elle nécessairement habitée ? Quelles espèces chimiques peuvent constituer des indices intéressants et pour quelles raisons leur présence ne suffit-elle pas à démontrer l'existence d'une vie ? Comment une sonde détecte-t-elle et transmet-elle des informations sur un astre très éloigné, et que peut-on réellement en déduire ? Quelles informations sur une exoplanète sont réellement mesurées et lesquelles résultent d'un calcul, d'un modèle ou d'une interprétation ? Comment les instruments recueillent-ils et transmettent-ils des informations provenant d'un astre très éloigné ? Pourquoi faut-il croiser plusieurs indices avant de conclure à l'habitabilité d'une planète ou à la présence éventuelle d'une vie ? Comment distinguer, dans les conclusions formulées, un fait établi, une hypothèse scientifique et une interprétation ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves comparent les caractéristiques de planètes et d'exoplanètes afin d'identifier les paramètres permettant de discuter leur habitabilité. Ils exploitent des données issues d'observations astronomiques et distinguent ce qui est directement mesuré de ce qui est calculé, modélisé ou interprété. Le projet conduit à différencier clairement conditions d'habitabilité, biosignature potentielle et preuve de l'existence d'une vie.

Productions possibles

Exposition, débat argumenté, « fiches d'identité » d'exoplanètes, carte ou diagramme d'habitabilité, capsule vidéo.

Thématique « Santé »

Les apprentissages introduits dans cette thématique permettent aux élèves de comprendre comment des facteurs biologiques, chimiques, physiques, environnementaux et techniques peuvent agir sur la santé. Les élèves identifient des facteurs de risque et de protection, recueillent et exploitent des données, expérimentent, modélisent des phénomènes et conçoivent des solutions contribuant à la prévention, à la sûreté et à la sécurité individuelle et collective.

Une attention particulière est portée à la prévention des risques lors des expérimentations, à l'esprit critique face aux données de santé et, lorsqu'elles sont mobilisées, à la protection des données personnelles.

Les situations d'apprentissages proposées visent l'acquisition, la consolidation et l'évaluation de connaissances et de compétences associées à la thématique « Santé », dans le cadre d'un projet pédagogique. La production réalisée par les élèves constitue un support et une trace de ces apprentissages. Les enseignants comme les partenaires contribuent à l'acquisition de ces connaissances et compétences disciplinaires. L'évaluation des acquis des élèves se fait tout au long de l'année et ne se limite pas à une évaluation de la production finale.

Dans les exemples proposés, les quatre disciplines sont mobilisées afin de donner à voir les différentes possibilités. Les équipes sont invitées à sélectionner, à adapter et à combiner ces entrées selon leur contexte et le questionnement choisi.

D'autres questionnements peuvent être développés en mobilisant d'autres connaissances et compétences des programmes en vigueur au cycle 4. Quelques exemples sont aussi proposés.

Questionnement scientifique développé : comment assurer la chaîne du froid d'un produit de santé ou d'un aliment pour en garantir la qualité et la sécurité sanitaire ?

Connaissances et compétences disciplinaires

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
SVT	Le corps humain et la santé • Relier le monde microbien hébergé par notre organisme et son fonctionnement. • Expliquer les réactions qui permettent à l'organisme de se préserver des microorganismes pathogènes. • Argumenter l'intérêt des politiques de prévention et de lutte contre la contamination et/ou l'infection. La planète Terre, l'environnement et l'action humaine • Identifier les effets des activités humaines et envisager des comportements responsables face à l'environnement et à la santé.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Physique- Chimie	Organisation et transformations de la matière Décrire la constitution et les états de la matière • Caractériser les différents états de la matière (solide, liquide et gaz). • Caractériser les différents changements d'état d'un corps pur. • Interpréter les changements d'état au niveau microscopique. Décrire et expliquer des transformations chimiques • Mettre en œuvre des tests caractéristiques d'espèces chimiques à partir d'une banque fournie. • Identifier expérimentalement une transformation chimique. • Distinguer transformation chimique et mélange, transformation chimique et transformation physique. • Associer leurs symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique. • Interpréter une formule chimique en termes atomiques. • Propriétés de quelques transformations chimiques. • Identifier le caractère acide ou basique d'une solution par mesure de pH. L'énergie, ses transferts et ses conversions Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie • Identifier les différentes formes d'énergie. • Établir un bilan énergétique pour un système simple. • Sources. • Transferts. • Conversion d'une forme d'énergie en une autre. • Conservation de l'énergie. • Unités d'énergie. Des signaux pour observer et communiquer
Mathématiques	Organisation et gestion de données, fonctions • Recueillir des données, les organiser. • Lire et interpréter des données sous forme de données brutes, de tableau ou de diagramme. • Calculer et interpréter des indicateurs de position et de dispersion : moyenne, médiane, étendue. • Utiliser un tableur-grapheur pour présenter des données sous la forme d'un tableau ou d'un diagramme. • Passer d'un mode de représentation d'une fonction à un autre. • Modéliser des phénomènes continus par une fonction et résoudre des problèmes de proportionnalité. Grandeurs et mesures • Grandeurs composées (produit, quotient) ; calculs et conversions d'unités ; vérification de la cohérence des résultats du point de vue des unités. Algorithmique et programmation • Notions d'algorithme et de programme ; variable informatique ; déclenchement d'une action par un événement ; séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles. • Écrire, mettre au point et exécuter un programme en réponse à un problème donné (alerte sur dépassement de seuil, surveillance de la chaîne du froid).

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Technologie	Décrire et caractériser l'organisation interne d'un objet ou d'un système technique et ses échanges avec son environnement (énergies, données) : fonctions, solutions, constituants de la chaîne d'information • Décrire un OST en caractérisant sa chaîne d'information, associer des grandeurs analogiques issues d'un OST à des données exploitables. Imaginer, concevoir et réaliser une ou des solutions en réponse à un besoin, à des exigences (de développement durable, par exemple) ou à la nécessité d'améliorations dans une démarche de créativité : la modélisation et la fabrication • Modifier une forme à l'aide d'une modélisation, choisir les moyens et produire la forme voulue. Concevoir, écrire, tester et mettre au point un programme : la programmation des OST • Modifier un algorithme permettant de répondre au besoin ou au problème posé, réaliser et mettre au point un programme commandant un système réel incluant éventuellement une interaction entre un humain et une machine.

Situations d'apprentissage possibles associées au questionnement scientifique : comment assurer la chaîne du froid d'un produit de santé ou d'un aliment pour en garantir la qualité et la sécurité sanitaire ?

Comprendre les enjeux sanitaires et formuler le problème

En quoi la chaîne du froid est-elle essentielle pour limiter la dégradation d'un produit de santé ou d'un aliment ?

Dans le respect strict des règles de sécurité en matière d'expérimentation en établissement scolaire :

- les élèves mettent en relation température, développement des microorganismes et ralentissement des réactions d'altération, notamment d'oxydation, afin d'expliquer l'intérêt de la chaîne du froid ;
- les élèves formulent des hypothèses sur les facteurs influençant la dégradation d'un aliment : développement microbien et transformations chimiques d'altération ;
- les élèves identifient les risques liés aux expérimentations et mettent en œuvre les mesures de prévention adaptées ; en partenariat avec un lycée proposant des filières STL-SPCL ou biotechnologies, ils peuvent observer ou exploiter des mises en culture réalisées à différentes températures.

Expérimenter, mesurer et interpréter les conditions de conservation

Quelles conditions de conservation permettent de ralentir le plus efficacement l'altération d'un produit ?

Dans le respect strict des règles de sécurité en matière d'expérimentation en établissement scolaire :

- les élèves comparent l'évolution de la température d'un produit dans différentes conditions de conservation et interprètent les écarts en termes de transferts d'énergie ;
- les élèves lisent, interprètent, organisent et représentent les données recueillies, comparent plusieurs solutions de conservation et évaluent les incertitudes liées aux mesures ;
- les élèves déterminent la durée pendant laquelle un seuil de conservation est respecté et utilisent, si nécessaire, une relation de proportionnalité ou une fonction pour prévoir son franchissement ;
- les élèves suivent l'altération d'un produit et distinguent transformation chimique (oxydation, altération) et transformation physique (fusion, changement d'état).

Confronter les résultats aux pratiques professionnelles et définir une solution

Comment les professionnels surveillent-ils et sécurisent-ils la chaîne du froid ?

- Les élèves étudient les pratiques de professionnels de la santé, de l'agroalimentaire ou de la logistique ; une visite d'entreprise, de laboratoire, de pharmacie hospitalière ou de plateforme logistique peut permettre de confronter les solutions étudiées aux contraintes réelles de la chaîne du froid.
- Les élèves analysent un système de surveillance associant capteur de température, microcontrôleur, traitement et affichage des données, puis définissent les exigences d'une solution à concevoir ou améliorer.
- Les élèves collaborent avec une formation de lycée technologique ou professionnel (STL-SPCL ou biotechnologies, ST2S, logistique, maintenance, numérique, etc.) pour expérimenter, analyser ou tester une solution de suivi de la chaîne du froid.

Concevoir, programmer, tester et valider la solution

Comment concevoir et tester un dispositif fiable de suivi ou d'alerte pour sécuriser la chaîne du froid ?

- Les élèves réalisent ou améliorent un prototype (enceinte isotherme instrumentée ou dispositif de surveillance), programment une alerte lors du dépassement d'un seuil, puis testent ses performances au regard des exigences définies.
- Les élèves argumentent les mesures de prévention et les comportements responsables permettant de limiter les risques sanitaires et environnementaux liés à la conservation des produits.

Productions et évaluations possibles

Enceinte isotherme instrumentée, dispositif de mesure et d'alerte, protocole de suivi thermique et microbiologique, tableau de bord, comparaison argumentée de solutions, affiche ou capsule scientifique, permettant d'évaluer les connaissances acquises, leurs mobilisations en situation, l'exploitation de données scientifiques et la capacité à structurer un raisonnement scientifique.

Autres exemples de questionnements scientifiques

Comment adapter les espaces du collège pour améliorer la santé et le bien-être de toutes et tous ?

Questionnements possibles

Quels paramètres de l'environnement scolaire peuvent influencer la santé, le bien-être ou les conditions de travail ? Quels espaces du collège sont les plus exposés au bruit, à une mauvaise qualité de l'air, à une température inadaptée ou à un éclairage insuffisant ? Ces paramètres varient-ils selon les horaires, les usages des espaces ou le nombre de personnes présentes ? Comment élaborer un protocole de mesure fiable et comparable d'un espace à l'autre ? Comment organiser, représenter et interpréter les données recueillies ? À quelles valeurs de référence ou recommandations peut-on confronter les résultats obtenus ? Quels facteurs de risque ou de protection peut-on identifier à partir de ces données ? Comment concevoir et tester un dispositif de mesure, d'alerte ou un aménagement permettant d'améliorer les conditions observées ? Les solutions proposées permettent-elles réellement d'améliorer les paramètres mesurés ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves peuvent être amenés à questionner l'influence de différents paramètres de l'environnement scolaire sur la santé, le bien-être et les conditions de travail : bruit, qualité de l'air, température, luminosité ou ergonomie. Ils peuvent notamment chercher à déterminer quels espaces ou quels moments de la journée sont les plus contraignants, confronter leurs mesures à des valeurs de référence, identifier des facteurs de risque ou de protection, puis proposer et tester des solutions d'amélioration.

Productions possibles

Diagnostic scientifique et technique d'un espace du collège, cartographie ou tableau de bord, prototype d'un dispositif de mesure ou d'alerte, maquette d'un aménagement, recommandations argumentées à destination de la communauté scolaire.

Comment collecter et exploiter des données de santé pour en tirer des informations fiables, tout en respectant la vie privée des personnes ?

Questionnements possibles

D'où proviennent les données de santé utilisées et dans quelles conditions ont-elles été recueillies ? Comment vérifier la fiabilité d'une donnée produite par un capteur, un objet connecté ou issue d'une autre source ? Pourquoi des mesures portant sur un même phénomène peuvent-elles varier ? Comment organiser, représenter et comparer plusieurs jeux de données de santé ? Quels indicateurs permettent de décrire les données sans masquer leur variabilité ? Que permettent réellement de conclure les données disponibles et quelles sont les limites de leur interprétation ? Comment comparer des données issues de sources, de périodes ou de dispositifs de mesure différents ? Comment représenter des données de santé sans déformer l'information qu'elles contiennent ? Quelles informations peuvent être considérées comme des données personnelles ou sensibles ? Dans quelles conditions des données de santé peuvent-elles être collectées, partagées ou utilisées ? Comment concilier exploitation scientifique des données, respect de la vie privée et protection des personnes ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves exploitent différents jeux de données relatifs à la santé : mesures produites par des capteurs ou des objets connectés, données médicales anonymisées ou données historiques issues de sources publiques. Ils en interrogent l'origine, la fiabilité, la variabilité et les conditions d'interprétation. Ils étudient également les enjeux liés à la collecte, au partage et à la protection des données personnelles.

Productions possibles

Tableau de bord ou visualisation de données, étude critique d'un objet connecté ou d'un jeu de données, comparaison argumentée de plusieurs sources, infographie scientifique, programme de traitement ou d'alerte, affiche ou capsule de sensibilisation à l'usage responsable des données de santé.

Thématique « Habitat et énergie »

Les apprentissages introduits dans cette thématique permettent aux élèves d'étudier la manière dont les habitats répondent aux besoins humains tout en mobilisant avec parcimonie l'énergie, des matériaux et des ressources naturelles, pour en réduire la consommation. En croisant analyse des impacts environnementaux, étude des transferts et des consommations d'énergie, traitement de données et conception de solutions techniques, les élèves comparent différents choix d'aménagement et proposent des solutions d'habitats plus sobres, favorables à la biodiversité et adaptées aux effets du changement climatique.

En croisant les démarches des quatre disciplines, les élèves confrontent des modes de preuve complémentaires : les SVT relient besoins du vivant, ressources et impacts sur les milieux ; la physique-chimie établit des bilans d'énergie et étudie les transferts ; les mathématiques organisent l'exploitation des données, précisent les ordres de grandeur et structurent la modélisation ; la technologie conçoit, compare et réalise des solutions techniques. Les projets peuvent s'appuyer sur des partenariats scientifiques, technologiques ou avec des formations du lycée.

Une attention particulière est portée à la prévention des risques lors des expérimentations, à l'esprit critique face aux données d'énergie et de climat, ainsi qu'au raisonnement en cycle de vie pour apprécier réellement la sobriété d'une solution.

Les situations d'apprentissages proposées visent l'acquisition, la consolidation et l'évaluation de connaissances et de compétences associées à la thématique « Habitat et énergie », dans le cadre d'un projet pédagogique. La production réalisée par les élèves constitue un support et une trace de ces apprentissages. Les enseignants comme les partenaires contribuent à l'acquisition de ces connaissances et compétences disciplinaires. L'évaluation des acquis des élèves se fait tout au long de l'année et ne se limite pas à une évaluation de la production finale.

Dans les exemples proposés, les quatre disciplines sont mobilisées afin de donner à voir les différentes possibilités. Les équipes sont invitées à sélectionner, à adapter et à combiner ces entrées selon leur contexte et le questionnement choisi.

D'autres questionnements peuvent être développés en mobilisant d'autres connaissances et compétences des programmes en vigueur au cycle 4. Quelques exemples sont aussi proposés.

Questionnement scientifique développé : comment aménager un îlot de fraîcheur écologique et durable dans la cour d'un établissement pour lutter contre une forte chaleur, tout en favorisant la biodiversité ?

Connaissances et compétences disciplinaires

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
SVT	La planète Terre, l'environnement et l'action humaine • Envisager ou justifier des comportements responsables face à l'environnement et à la préservation des ressources limitées de la planète. • Caractériser quelques-uns des principaux enjeux de l'exploitation d'une ressource naturelle par l'être humain, en lien avec quelques grandes questions de société. • Expliquer comment une activité humaine peut modifier l'organisation et le fonctionnement des écosystèmes en lien avec quelques questions environnementales globales. Le vivant et son évolution • Relier les besoins des cellules d'une plante chlorophyllienne (CO₂, eau, sels minéraux et énergie lumineuse), les lieux de production ou de prélèvement de matière et de stockage et les systèmes de transport au sein de la plante.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Physique- Chimie	L'énergie, ses transferts et ses conversions • Établir un bilan énergétique pour un système simple. • Sources. • Transferts. • Conversion d'une forme d'énergie en une autre. • Conservation de l'énergie. Des signaux pour observer et communiquer • Associer l'émission et l'absorption d'un rayonnement à un transfert d'énergie. • Rayonnement émis par un objet. • Absorption d'un rayonnement par un objet. • Transfert d'énergie par rayonnement.
Mathématiques	Organisation et gestion de données, fonctions • Recueillir des données, les organiser. • Lire et interpréter des données sous forme de données brutes, de tableau ou de diagramme. • Proportionnalité : coefficient, taux d'évolution, coefficient multiplicateur, pourcentages. • Modéliser un phénomène continu par une fonction. Nombres et calculs • Puissances, notation scientifique et ordres de grandeur (Wh, kWh, MWh). Grandeurs et mesures, espace et géométrie • Grandeurs composées (produit, quotient) : puissance, énergie, W/m^2, $kWh/m^2/an$. • Aires et volumes des solides usuels. Algorithmique et programmation • Notions d'algorithme et de programme ; variable informatique ; séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles.
Technologie	Caractériser et choisir un OST selon différents critères : le choix d'un OST dans un contexte de développement durable • Comparer qualitativement et/ou quantitativement (incidences environnementales, bilan carbone, efficacité énergétique) plusieurs OST répondant au même besoin et arrêter un choix. Imaginer, concevoir et réaliser une ou des solutions en réponse à un besoin, à des exigences (de développement durable, par exemple) : la modélisation et la fabrication • Modifier une forme à l'aide d'une modélisation, choisir les moyens et produire la forme voulue. Concevoir, écrire, tester et mettre au point un programme : la programmation des OST • Réaliser et mettre au point un programme commandant un système réel incluant éventuellement une interaction entre un humain et une machine.

Situations d'apprentissage possibles associées au questionnement scientifique : comment aménager un îlot de fraîcheur écologique et durable dans la cour d'un établissement pour lutter contre la chaleur tout en favorisant la biodiversité ?

Diagnostiquer la cour et identifier les enjeux de l'aménagement

- Les élèves réalisent un diagnostic de plusieurs zones de la cour en relevant la température, l'exposition au rayonnement solaire, la nature des surfaces, la présence de végétation et les possibilités d'infiltration de l'eau.
- Les élèves analysent les effets de l'implantation d'un habitat ou d'un équipement sur les sols, l'écoulement des eaux et la biodiversité locale.
- Les élèves engagent une réflexion sur les conséquences du changement climatique sur l'habitat et identifient les solutions énergétiques pour réduire ces impacts.

Expérimenter et comparer les solutions permettant de limiter la chaleur et les transferts d'énergie

- Les élèves étudient les matériaux possibles pour analyser leurs propriétés (comme les revêtements réfléchissants ou les végétaux), comprendre les phénomènes de transfert thermique, ou évaluer l'impact des couleurs sur l'absorption de la chaleur.
- Les élèves recherchent et sélectionnent des espèces végétales adaptées au climat local en prenant en compte leurs besoins en eau et en lumière et en favorisant la biodiversité.
- Les élèves comparent plusieurs solutions d'aménagement d'un îlot de fraîcheur en prenant en compte la végétalisation, l'infiltration des eaux pluviales et la préservation des habitats existants.
- Les élèves comparent les besoins en ressources, en eau, en énergie et en entretien de différentes solutions afin d'en apprécier la durabilité.

Concevoir l'aménagement et confronter les choix au réel

- Les élèves calculent les surfaces disponibles, optimisent l'espace en utilisant des notions de géométrie.
- Les élèves formalisent les exigences de l'aménagement en prenant en compte le confort thermique, la biodiversité, l'infiltration de l'eau, les usages de la cour, le coût et l'entretien.
- Les élèves visitent un aménagement existant ou rencontrent des professionnels (collectivité, architecte, paysagiste, bureau d'études, entreprise du bâtiment, etc.) afin de confronter les solutions envisagées aux contraintes d'une réalisation réelle.
- Les élèves peuvent collaborer avec une formation de lycée technologique ou professionnel (STI2D, métiers du bâtiment, aménagements paysagers, énergétique, maintenance, etc.) pour modéliser, instrumenter ou réaliser tout ou partie de la solution.

Réaliser, instrumenter et évaluer l'efficacité de la solution

- Les élèves conçoivent une maquette et/ou un prototype en utilisant les ressources logicielles et matérielles adaptées mises à disposition par le collège.
- Les élèves intègrent des capteurs (humidité, température) avant et après l'aménagement pour évaluer son impact.
- Les élèves génèrent et exportent un fichier de données structurées exploitable par un logiciel tiers et analysent les variations climatiques pour identifier graphiquement les seuils critiques de développement végétal.
- Les élèves argumentent le choix d'un aménagement en discutant ses bénéfices, ses limites et ses éventuels effets contradictoires sur l'environnement.
- Les élèves confrontent les performances de la solution aux exigences définies et proposent, si nécessaire, des améliorations.

Productions et évaluation possibles

Dossier argumenté d'implantation et présentation à la communauté scolaire, exposition, maquette de l'îlot de chaleur imaginé, podcast, permettant d'évaluer les connaissances acquises, leurs mobilisations en situation, l'exploitation de données scientifiques et la capacité à structurer un raisonnement scientifique.

Autres exemples de questionnements scientifiques

Comment concevoir une serre connectée permettant de répondre aux besoins des végétaux tout en limitant les consommations d'eau et d'énergie ?

Questionnement possible

- Quels sont les besoins des végétaux et quels paramètres peuvent influencer la croissance des végétaux ?
- Quel est l'impact de la qualité de l'eau (pH, minéraux) sur la croissance des plantes, et comment peut-on mesurer et ajuster ces paramètres dans la serre ?
- Comment adapter les apports d'eau aux besoins des végétaux ?
- Quels capteurs (humidité, température, luminosité, CO₂) sont les plus adaptés pour mesurer les conditions idéales dans la serre, et comment fonctionnent-ils ?
- Comment analyser et visualiser les données collectées par les capteurs pour en tirer des conclusions sur l'efficacité du système et proposer des améliorations ?
- Comment concevoir un système automatisé pour réguler l'arrosage et la ventilation en fonction des données des capteurs ?
- Comment réduire la consommation d'eau et d'énergie de la serre en utilisant des énergies renouvelables (panneaux solaires, récupération d'eau de pluie) tout en maintenant des conditions optimales pour les plantes ?
- Comment évaluer l'efficacité de la solution mise en œuvre ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves peuvent être amenés à explorer les enjeux de l'agriculture durable en concevant une serre connectée, alliant innovation technologique et respect de l'environnement. Ce projet interdisciplinaire permettra d'identifier les conditions idéales de croissance des végétaux pour développer des solutions connectées pour automatiser et surveiller les paramètres importants.

Productions possibles

Dossier scientifique et technique des conditions de croissance des végétaux, prototype de serre connectée, exposition à l'attention de la communauté scolaire, blog décrivant l'avancement du projet, avec articles, photos, graphiques et réflexions.

Comment concevoir un abri à vélos solaire qui produit l'énergie nécessaire à ses usages, tout en limitant son impact sur le sol et la biodiversité de l'établissement ?

Questionnement possible

- Comment calculer la surface minimale de panneaux solaires nécessaire pour couvrir les besoins énergétiques de l'abri (éclairage, recharge de vélos électriques, etc.) en fonction de l'ensoleillement moyen de la région ?
- Quels matériaux (panneaux photovoltaïques, batteries, structure) privilégier pour maximiser la production d'énergie tout en minimisant l'empreinte carbone du projet ? Comment expliquer et limiter les pertes d'énergie dans le système (conversion, stockage) ?

- Quels effets l'implantation de l'abri peut-elle avoir sur les sols, l'écoulement des eaux et la biodiversité locale ?
- Comment limiter l'artificialisation des sols et préserver ou favoriser des habitats pour les êtres vivants ?
- Comment intégrer des capteurs pour optimiser la gestion de l'énergie produite ?
- Comment concilier les contraintes techniques (stabilité, coût), environnementales (biodiversité, sols) et sociales (accessibilité, esthétique) dans ce projet ?
- Comment sensibiliser les autres élèves et la communauté éducative aux bénéfices écologiques et énergétiques de ce projet ?
- Comment garantir la pérennité du projet (maintenance, recyclage des composants) et son adaptation aux évolutions technologiques futures ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves peuvent être amenés à explorer les enjeux liés à la conception d'un abri à vélos solaire à intégrer dans un établissement scolaire : calculer la surface nécessaire pour installer des panneaux photovoltaïques, en tenant compte de l'ensoleillement local et des besoins énergétiques de l'abri ; analyser les principes de conversion de l'énergie solaire en électricité, ainsi que les matériaux les plus adaptés pour limiter l'impact environnemental ; modéliser en 3D l'abri et étudier des solutions techniques pour optimiser son intégration dans l'espace scolaire ; évaluer l'empreinte écologique du projet, en étudiant les interactions avec la biodiversité locale et les sols.

Productions possibles

Dossier argumenté d'implantation et présentation à la communauté scolaire, exposition, maquette ou prototype d'abri à vélos solaire, podcast.

Thématique « Robotique et transport »

Les apprentissages introduits dans cette thématique permettent aux élèves d'étudier comment des solutions de transport et des systèmes robotisés répondent à des besoins de mobilité et d'exploration, tout en mobilisant, de manière raisonnée et limitée, de l'énergie, des matériaux adaptés et des données. Les élèves comparent différentes solutions, en évaluent les performances et les impacts, et conçoivent des dispositifs plus sûrs, mieux adaptés et limitant leurs impacts environnementaux.

Une attention particulière est portée à la prévention des risques lors des expérimentations, à l'esprit critique face aux données issues des capteurs, ainsi qu'au raisonnement en cycle de vie (fabrication, usage, fin de vie) pour apprécier réellement l'impact d'une solution.

Les situations d'apprentissages proposées visent l'acquisition, la consolidation et l'évaluation de connaissances et de compétences associées à la thématique « Robotique et transport », dans le cadre d'un projet pédagogique. La production réalisée par les élèves constitue un support et une trace de ces apprentissages. Les enseignants comme les partenaires contribuent à l'acquisition de ces connaissances et compétences disciplinaires. L'évaluation des acquis des élèves se fait tout au long de l'année et ne se limite pas à une évaluation de la production finale.

Dans les exemples proposés, les quatre disciplines sont mobilisées afin de donner à voir les différentes possibilités. Les équipes sont invitées à sélectionner, à adapter et à combiner ces entrées selon leur contexte et le questionnement choisi.

D'autres questionnements peuvent être développés en mobilisant d'autres connaissances et compétences des programmes en vigueur au cycle 4. Quelques exemples sont aussi proposés.

Questionnement scientifique développé : comment aménager une solution de transport autonome aux abords de l'établissement en réduisant les consommations d'énergie et les impacts sur les sols, la biodiversité et le cadre de vie ?

Connaissances et compétences disciplinaires

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
SVT	La planète Terre, l'environnement et l'action humaine • Identifier les principaux impacts de l'action humaine, bénéfiques et risques, à la surface de la planète Terre. • Envisager ou justifier des comportements responsables face à l'environnement et à la préservation des ressources limitées de la planète. • Expliquer comment une activité humaine peut modifier l'organisation et le fonctionnement des écosystèmes en lien avec quelques questions environnementales globales.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Physique- Chimie	L'énergie, ses transferts et ses conversions • Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie. • Identifier les différentes formes d'énergie. • Établir un bilan énergétique pour un système simple. • Sources. • Transferts. • Conversion d'une forme d'énergie en une autre. • Conservation de l'énergie. • Unités d'énergie. Des signaux pour observer et communiquer Mouvement et interactions • Caractériser le mouvement d'un objet. • Modéliser une action exercée sur un objet par une force caractérisée par une direction, un sens et une valeur.
Mathématiques	Organisation et gestion de données, fonctions • « Recueillir des données, les organiser » ; « lire et interpréter des données sous forme de données brutes, de tableau ou de diagramme » ; utiliser un tableur-grapheur. • Proportionnalité : coefficient, taux d'évolution, coefficient multiplicateur, pourcentages. Grandeurs et mesures, espace et géométrie • Grandeurs composées (produit, quotient) : consommation (Wh/km), rendement ; calculs et conversions d'unités ; vérification de la cohérence des résultats du point de vue des unités. • Se repérer dans le plan (coordonnées cartésiennes) ; théorème de Pythagore et distance entre deux points. Algorithmique et programmation • Notions d'algorithme et de programme ; variable informatique ; déclenchement d'une action par un événement ; séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles. • « Écrire, mettre au point et exécuter un programme en réponse à un problème donné ».
Technologie	Caractériser et choisir un objet ou un système technique selon différents critères : le choix d'un OST dans un contexte de développement durable • Comparer qualitativement et/ou quantitativement (incidences environnementales, bilan carbone, efficacité énergétique) plusieurs OST répondant au même besoin et arrêter un choix. Imaginer, concevoir et réaliser une ou des solutions en réponse à un besoin, à des exigences (de développement durable, par exemple) ou à la nécessité d'améliorations dans une démarche de créativité : la modélisation et la fabrication • Modifier une forme à l'aide d'une modélisation, Choisir les moyens et produire la forme voulue. Concevoir, écrire, tester et mettre au point un programme : la programmation des OST • Réaliser et mettre au point un programme commandant un système réel incluant éventuellement une interaction entre un humain et une machine.

Situations d'apprentissage possibles associées au questionnement scientifique : comment aménager une solution de transport autonome aux abords de l'établissement en réduisant les consommations d'énergie et les impacts sur les sols, la biodiversité et le cadre de vie ?

Diagnostiquer le site et définir les contraintes de mobilité

- Les élèves réalisent un diagnostic simplifié des sols, des habitats et de la biodiversité aux abords de l'établissement afin de comparer plusieurs tracés possibles pour une infrastructure de transport.
- Les élèves exploitent des observations de terrain et des documents cartographiques pour identifier les effets possibles d'un aménagement sur les continuités écologiques.
- Les élèves recueillent des données sur les usages, les distances, les niveaux sonores ou la qualité de l'air afin d'identifier les contraintes environnementales et les besoins auxquels la solution de transport doit répondre.

Comparer les solutions et leurs performances

- Les élèves exploitent des mesures de niveau sonore réalisées à proximité de différentes voies de circulation et identifient les situations d'exposition les plus importantes.
- Les élèves utilisent des outils de mesure pour collecter des données et les traiter afin d'évaluer la qualité de l'air et mettent en relation ces données avec les modes de transport observés.
- Les élèves évaluent le rendement énergétique d'une source d'énergie (batterie, pile à hydrogène) pour un véhicule.
- Les élèves choisissent des matériaux adaptés (légers, résistants) pour la construction d'un robot ou d'un prototype de transport.
- Les élèves distinguent les impacts liés à la fabrication d'un moyen de transport de ceux liés à son utilisation et à son cycle de vie.
- Les élèves utilisent le calculateur d'empreinte carbone de l'ADEME pour comparer l'impact de la fabrication et de l'utilisation de plusieurs objets.
- Les élèves argumentent le choix d'une solution de transport ou d'un itinéraire en identifiant et comparant ses bénéfices, ses limites et ses effets contradictoires sur l'environnement.

Concevoir, modéliser et programmer le système autonome

- Les élèves formalisent le cahier des charges d'une solution technique de transport en intégrant les contraintes de déplacement, de sécurité, de consommation d'énergie et d'environnement.
- Les élèves modélisent un prototype en ajustant sa forme et ses dimensions en fonction des contraintes techniques.
- Les élèves conçoivent et testent différents algorithmes pour optimiser la trajectoire d'un robot ou d'un véhicule autonome.
- Les élèves peuvent collaborer avec une formation de lycée technologique ou professionnel (STI2D, systèmes numériques, maintenance, métiers de l'électricité ou de la mobilité) pour instrumenter, programmer ou améliorer le prototype.

Tester, mesurer et améliorer la solution

- Les élèves conçoivent un prototype en utilisant les ressources logicielles et matérielles adaptées mises à disposition par le collège.
- Les élèves analysent des données statistiques (moyennes, graphiques) issues de capteurs pour améliorer l'efficacité d'un système de transport (consommation, trajectoires, émission de CO₂).
- Les élèves confrontent les résultats obtenus au cahier des charges, identifient les limites de la solution et proposent des améliorations.

Productions et évaluations possibles

Exposition, prototype ou simulation de la solution, carte d'implantation, dossier argumenté, exposition ou podcast, permettant d'évaluer les connaissances acquises, leurs mobilisations en situation, l'exploitation de données scientifiques et la capacité à structurer un raisonnement scientifique.

Autres exemples de questionnements scientifiques

Comment concevoir un système capable de trier automatiquement différents types de déchets (plastique, verre, métal, papier), en optimisant sa précision, son efficacité énergétique et son impact environnemental, tout en sensibilisant les utilisateurs au recyclage ?

Questionnements possibles

- Quelles propriétés physiques (conductivité, densité, transparence) des matériaux peuvent être exploitées pour optimiser leur tri automatique, et comment les mesurer avec des capteurs adaptés ?
- Comment calculer la vitesse et la trajectoire optimales d'un tapis roulant pour séparer les déchets sans bourrage, en fonction de leur taille et de leur poids ?
- Comment le système de tri peut-il contribuer à réduire la pollution et les émissions de CO₂ ?
- Comment intégrer un système de sensibilisation (écrans, LED, sons) pour informer les utilisateurs sur l'importance du tri et les conséquences environnementales des déchets mal triés ?
- Quels bénéfices le tri et le recyclage apportent-ils en matière de préservation des ressources et de réduction des impacts environnementaux ?
- Quelles sont les limites techniques, énergétiques ou économiques d'un tri automatisé ?
- Comment évaluer la réduction des déchets envoyés en décharge grâce au système de tri, et quel serait son impact sur l'empreinte carbone de l'école ou de la communauté ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves peuvent être amenés à concevoir un système de tri automatique des déchets en mobilisant des compétences interdisciplinaires, tout en explorant des enjeux environnementaux concrets : étudier les propriétés des matériaux (conductivité, densité, pH) pour affiner la détection, ainsi que les sources d'énergie renouvelable (panneaux solaires) pour alimenter le système de manière durable ; calculer les dimensions optimales des convoyeurs, analyser les données des capteurs (statistiques, graphiques) et optimiser les algorithmes de tri ; évaluer l'impact environnemental des déchets mal triés et de mesurer les bénéfices écologiques du recyclage ; prototyper une machine utilisant des capteurs et un microcontrôleur pour identifier et séparer les matériaux. Les élèves sont amenés à collaborer pour résoudre des problèmes réels, en combinant expérimentations, modélisations et analyses critiques. Ils pourront aussi comparer leur système à des solutions industrielles existantes, tout en réfléchissant aux limites technologiques et économiques de leur prototype.

Productions possibles

Tableau de bord, prototype de la solution, exposition autour de l'économie circulaire.

Comment concevoir un drone livreur autonome, capable d'optimiser ses trajets en milieu urbain, tout en minimisant sa consommation d'énergie, son impact environnemental et sur la faune ?

Questionnement possible

- Quels matériaux légers et résistants pourraient être utilisés pour construire le drone, et comment optimiser leur consommation énergétique ?
- Quels sont les impacts potentiels des drones sur la biodiversité urbaine (oiseaux, insectes, etc.) et comment les minimiser ?
- Comment concilier rapidité de livraison, consommation d'énergie et protection de l'environnement dans la conception du drone ?
- Comment modéliser mathématiquement un trajet optimal pour un drone en milieu urbain, en tenant compte des contraintes comme les zones interdites ou les conditions météo ?
- Quels sont les enjeux éthiques et réglementaires liés à l'utilisation de drones livreurs en milieu urbain, et comment les prendre en compte dans le projet ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves peuvent être amenés à explorer les enjeux du dernier kilomètre dans un projet interdisciplinaire concret : modéliser des trajets en utilisant des algorithmes d'optimisation, comme le problème du voyageur de commerce, pour minimiser les distances parcourues et réduire la consommation d'énergie ; choisir des matériaux légers et des sources d'énergie durables (batteries, piles à hydrogène) ; mesurer les impacts écologiques, comme les perturbations sonores ou les risques pour la faune urbaine, tout en intégrant des solutions respectueuses de la biodiversité ; concevoir des prototypes, programmer, tester des solutions techniques.

Productions possibles

Tableau de bord, prototype de la solution, exposition, podcast.

Thématique « Ressources naturelles et gestion durable »

Les apprentissages introduits dans cette thématique permettent aux élèves d'étudier la disponibilité, l'exploitation et le renouvellement des ressources naturelles ainsi que les effets des choix de production et de consommation. Ils les conduisent à observer, mesurer, expérimenter, traiter des données, analyser des flux de matière et d'énergie et concevoir des solutions visant à préserver les ressources et à limiter les impacts environnementaux.

Une attention particulière est portée à l'analyse multicritère des choix, à la prise en compte du cycle de vie des objets et des matériaux, ainsi qu'à la hiérarchisation des stratégies de réduction, de réemploi, de réparation et de recyclage.

Les situations d'apprentissages proposées visent l'acquisition, la consolidation et l'évaluation de connaissances et de compétences associées à la thématique « Ressources naturelles et gestion durable », dans le cadre d'un projet pédagogique. La production réalisée par les élèves constitue un support et une trace de ces apprentissages. Les enseignants comme les partenaires contribuent à l'acquisition de ces connaissances et compétences disciplinaires. L'évaluation des acquis des élèves se fait tout au long de l'année et ne se limite pas à une évaluation de la production finale.

Dans les exemples proposés, les quatre disciplines sont mobilisées afin de donner à voir les différentes possibilités. Les équipes sont invitées à sélectionner, à adapter et à combiner ces entrées selon leur contexte et le questionnement choisi.

D'autres questionnements peuvent être développés en mobilisant d'autres connaissances et compétences des programmes en vigueur au cycle 4. Quelques exemples sont aussi proposés.

Questionnement scientifique développé : comment réduire l'utilisation des ressources naturelles et la production de déchets pour limiter les impacts environnementaux ?

Connaissances et compétences disciplinaires

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
SVT	La planète Terre, l'environnement et l'action humaine • Caractériser quelques-uns des principaux enjeux de l'exploitation d'une ressource naturelle par l'être humain. • Expliquer comment une activité humaine peut modifier l'organisation et le fonctionnement des écosystèmes. • Envisager ou justifier des comportements responsables face à l'environnement et à la préservation des ressources limitées de la planète.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Physique- Chimie	Organisation et transformations de la matière Décrire la constitution et les états de la matière • Caractériser les différents états de la matière (gaz, liquide, solide). • Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges. • Estimer expérimentalement une valeur de solubilité dans l'eau. Décrire et expliquer des transformations chimiques • Identifier expérimentalement une transformation chimique. • Distinguer transformation chimique et mélange, transformation chimique et transformation physique. • Interpréter une transformation chimique comme une redistribution des atomes. L'énergie, ses transferts et ses conversions • Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie. • Utiliser la conservation de l'énergie. • Réaliser des circuits électriques simples et exploiter les lois de l'électricité. • Conduire un calcul de consommation d'énergie électrique relatif à une situation de la vie courante.
Mathématiques	Organisation et gestion de données, fonctions • Recueillir des données, les organiser et les représenter sous forme de tableaux ou de diagrammes. • Calculer et interpréter moyenne, médiane, étendue, proportions et pourcentages. • Utiliser un tableur-grapheur et modéliser l'évolution d'une grandeur par une fonction. Grandeurs et mesures • Calculer avec des longueurs, aires, volumes, masses et durées ; utiliser des unités adaptées.
Technologie	Caractériser et choisir un objet ou un système technique selon différents critères : le choix d'un OST dans un contexte de développement durable • Identifier les caractéristiques à prendre en compte dans le choix d'un OST ; comparer qualitativement et/ou quantitativement plusieurs OST répondant au même besoin et arrêter un choix. Identifier un dysfonctionnement d'un objet technique et y remédier : le dépannage et la réparation • Proposer un protocole permettant de vérifier l'origine d'un dysfonctionnement ; remplacer une pièce défectueuse. Imaginer, concevoir et réaliser une ou des solutions en réponse à un besoin ou à des exigences de développement durable. • Choisir les procédés de réalisation et les mettre en œuvre.

Situations d'apprentissage possibles associées au questionnement scientifique : comment réduire les déchets et préserver les ressources ?

Établir un diagnostic rigoureux de la production des déchets au collège et identifier les ressources mobilisées

Quels déchets sont produits au collège ? Quelles ressources ont été utilisées pour fabriquer les objets qui les composent ?

- Les élèves réalisent un diagnostic des objets ou des déchets produits au collège, identifient les principaux flux de matière et formulent des hypothèses sur les leviers permettant de les réduire.
- Les élèves recherchent et analysent des solutions mises en œuvre par des entreprises, des collectivités ou des organismes de recherche pour réduire, trier, valoriser ou recycler les déchets ; une visite ou une rencontre avec des professionnels peut permettre de confronter les solutions étudiées en classe aux pratiques réelles.
- Les élèves identifient les ressources naturelles et les matières premières mobilisées dans la fabrication d'un objet, en précisant l'origine et le caractère renouvelable ou non renouvelable et identifient certains impacts liés à leur extraction ou à leur production.
- Les élèves identifient les conséquences de l'exploitation d'une ressource naturelle (conséquences sur la biodiversité, sur le climat, etc.).
- Les élèves caractérisent et trient les matériaux constitutifs d'objets ou de déchets à partir de leurs propriétés et de mesures de masse, de volume ou de masse volumique, puis étudient les transformations mises en œuvre lors de leur recyclage.

Quantifier, comparer et évaluer les stratégies possibles

Quelles stratégies permettent de réduire la production de déchets ?

- Les élèves quantifient les flux de matières et de déchets, organisent et représentent les données recueillies, calculent des proportions ou des pourcentages et modélisent les impacts de scénarios de réduction, de réemploi, de réparation ou de recyclage pour en évaluer les effets.
- Les élèves comparent avec rigueur plusieurs scénarios de gestion d'un même objet ou déchet en mobilisant des critères de consommation de matière, d'énergie, de durée d'usage et de quantité de déchets produits.
- Les élèves analysent le cycle de vie d'un objet, comparent plusieurs matériaux ou solutions au regard de critères environnementaux, techniques, énergétiques et économiques et argumentent un choix.

Confronter les solutions aux pratiques professionnelles et rechercher des pistes d'amélioration

Comment les professionnels traitent-ils ces déchets, et quelles actions peuvent être mises en œuvre pour les réduire ou davantage les recycler ?

- Les élèves recherchent et analysent des solutions mises en œuvre par des entreprises, des collectivités ou des organismes de recherche pour réduire, trier, valoriser ou recycler les déchets ; une visite ou une rencontre avec des professionnels peut permettre de confronter les solutions étudiées aux pratiques réelles.
- Les élèves diagnostiquent un dysfonctionnement ou évaluent la réparabilité d'un objet, puis proposent une solution permettant de prolonger sa durée d'usage, de favoriser son réemploi ou de faciliter son recyclage.
- Les élèves collaborent avec une formation de lycée professionnel ou technologique (par exemple filières bois et matériaux, maintenance, métiers de l'électricité, plasturgie, chaudronnerie, systèmes numériques ou métiers de l'environnement) pour observer ou mettre en œuvre des opérations de diagnostic, de réparation, de démontage, de réemploi ou de transformation de matériaux, puis réinvestissent ces apports dans la conception d'une solution plus durable.

Concevoir, réaliser et évaluer une solution plus durable

Comment concevoir et tester une solution qui réduit durablement la consommation de matières premières et de déchets du collège ?

- Les élèves conçoivent, réalisent ou modifient tout ou partie d'un objet en intégrant des exigences de réduction de matière, de durabilité, de réparabilité et, lorsque cela est pertinent, l'emploi de matériaux réemployés ou recyclés. Ils utilisent les moyens mis à disposition dans le collège.
- Les élèves testent la solution retenue, confrontent ses performances aux exigences définies et communiquent des recommandations argumentées pour réduire la consommation de matières premières et les déchets du collège.
- Les élèves justifient, à partir de données scientifiques, des comportements responsables pour préserver l'environnement, les écosystèmes, la biodiversité et les ressources naturelles.

Productions et évaluations possibles

Diagnostic des flux de déchets, tableau de bord, analyse comparative du cycle de vie, objet réparé ou reconçu, prototype en matériaux réemployés, guide ou exposition argumentée, permettant d'évaluer les connaissances acquises, leurs mobilisations en situation, l'exploitation de données scientifiques et la capacité à structurer un raisonnement scientifique.

Autres exemples de questionnements scientifiques

Comment produire et utiliser une ressource alimentaire adaptée au contexte environnemental local ?

Questionnements possibles

Quelle ressource alimentaire locale produire et est-elle adaptée au sol et aux conditions environnementales ? Quels sont les besoins des végétaux et quels facteurs limitent leur croissance ? Comment comparer différents modes de culture au regard de leurs consommations d'eau et d'énergie, de leurs rendements et de leurs effets sur le sol et la biodiversité ? Comment recueillir, représenter et exploiter des données de croissance, de rendement ou de consommation de ressources ? Comment calculer et ajuster un volume d'eau ou un débit d'irrigation aux besoins des végétaux ? Comment concevoir et programmer un système d'irrigation utilisant des capteurs afin de limiter la consommation d'eau ? La solution mise en œuvre permet-elle réellement d'améliorer l'utilisation des ressources ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves étudient les conditions nécessaires à la production d'une ressource alimentaire locale en prenant en compte les besoins des végétaux, les caractéristiques du sol, la disponibilité de l'eau, les consommations d'énergie, les rendements et les effets des pratiques sur la biodiversité. Ils recueillent et exploitent des données, comparent plusieurs modes de culture et peuvent concevoir un système d'irrigation adapté aux besoins des végétaux afin d'optimiser l'utilisation des ressources.

Productions possibles

Parcelle expérimentale ou culture hors-sol, système d'irrigation automatisé, tableau de bord des consommations et rendements, protocole de culture, modèle de production locale durable ou présentation scientifique.

Forêt et ressource en bois : comment concilier usages, renouvellement et préservation de l'écosystème ?

Questionnements possibles

Comment caractériser la forêt à la fois comme écosystème et comme ressource renouvelable ? À quel rythme la ressource en bois se renouvelle-t-elle par rapport aux prélèvements réalisés ? Comment les modes de gestion forestière influencent-ils la biodiversité et le renouvellement de la ressource ? Comment estimer et représenter un volume de bois, des prélèvements ou l'évolution d'une ressource ? Quelles propriétés du bois et de ses dérivés déterminent leurs usages et leur durabilité ? Le bois est-il toujours le matériau le plus durable selon l'usage considéré et le cycle de vie de l'objet ? Comment concevoir ou comparer une solution technique limitant les prélèvements de matière ou prolongeant la durée d'usage d'un objet ?

Exemples de situations d'apprentissage

Les élèves étudient la forêt à la fois comme écosystème et comme ressource renouvelable. Ils analysent la croissance et le renouvellement des arbres, la biodiversité forestière, les usages du bois et les effets de différents modes de gestion. Ils comparent également les propriétés, la durabilité et le cycle de vie du bois et d'autres matériaux afin d'identifier des solutions permettant de limiter les prélèvements de matière et de préserver l'écosystème forestier.

Productions possibles

Tableau de bord ou visualisation de données, étude critique d'un objet connecté ou d'un jeu de données, comparaison argumentée de plusieurs sources, infographie scientifique, programme de traitement ou d'alerte, affiche ou capsule de sensibilisation à l'usage responsable des données de santé.

Thématique « Architecture, sciences et arts »

Les apprentissages introduits dans cette thématique invitent les élèves à explorer, à travers l'architecture, les arts et le patrimoine, la manière dont les mathématiques et les sciences éclairent les formes, les proportions, les motifs et les matériaux, mais également la manière dont le vivant peut inspirer certaines solutions. Cette thématique permet aux élèves de concevoir des productions originales alliant rigueur scientifique et démarche de création.

Les situations d'apprentissages proposées visent l'acquisition, la consolidation et l'évaluation de connaissances et de compétences associées à la thématique « Architecture, sciences et arts », dans le cadre d'un projet pédagogique. La production réalisée par les élèves constitue un support et une trace de ces apprentissages. Les enseignants comme les partenaires contribuent à l'acquisition de ces connaissances et compétences disciplinaires. L'évaluation des acquis des élèves se fait tout au long de l'année et ne se limite pas à une évaluation de la production finale.

Dans les exemples proposés, les quatre disciplines sont mobilisées afin de donner à voir les différentes possibilités. Les équipes sont invitées à sélectionner, à adapter et à combiner ces entrées selon leur contexte et le questionnement choisi.

D'autres questionnements peuvent être développés en mobilisant d'autres connaissances et compétences des programmes en vigueur au cycle 4. Quelques exemples sont aussi proposés.

Questionnement scientifique développé : comment les formes, les proportions, les matériaux et le vivant façonnent-ils une architecture à la fois robuste, harmonieuse et durable ?

Connaissances et compétences disciplinaires

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
SVT	Le vivant et son évolution • Expliquer l'organisation du monde vivant, sa structure et son dynamisme à différentes échelles d'espace et de temps. • Caractères partagés et classification. • Diversité et dynamique du monde vivant à différents niveaux d'organisation ; diversité des relations interspécifiques. • Expliquer l'organisation du monde vivant, sa structure et son dynamisme à différentes échelles d'espace et de temps.
Physique-Chimie	Des signaux pour observer et communiquer Signaux lumineux • Distinguer une source primaire d'un objet diffusant. • Propagation rectiligne de la lumière et modèle du rayon lumineux. • Ombres portées. Organisation et transformation de la matière Décrire la constitution et les états de la matière • Masse volumique : relation $m = \rho.V$. Mouvement et interactions • Caractériser le mouvement d'un objet. • Modéliser une action exercée sur un objet par une force caractérisée par une direction, un sens et une valeur.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Mathématiques	Espace et géométrie - Comprendre l'effet d'une translation, d'une symétrie (axiale et centrale), d'une rotation, d'une homothétie sur une figure. - Mener des raisonnements et s'initier à la démonstration ; utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique pour explorer transformations, pavages et frises. Grandeurs et mesures - Aires des figures planes usuelles et volumes des solides usuels (cube, pavé, cylindre, cône, pyramide, boule) ; proportionnalité et rapports d'agrandissement-réduction ; utiliser un rapport ou l'échelle d'une carte pour calculer des longueurs, des aires, des volumes. - Notion de grandeur produit et de grandeur quotient (masse volumique). Nombres et calculs - Définition de la racine carrée ; rencontre de nombres irrationnels dans le théorème de Pythagore ou la résolution d'équations de la forme $x^2 = a$. Algorithmique et programmation - Notions d'algorithme et de programme ; variable informatique ; séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles ; écrire, mettre au point et exécuter un programme en réponse à un problème donné.
Technologie	Décrire les interactions entre un objet ou un système technique, son environnement et les utilisateurs : l'OST dans son environnement - Repérer et expliquer les contraintes, exigences prises en compte (sécurité, incidences environnementales, formes et fonctions, ergonomie, qualité, fiabilité) pour répondre aux attentes des utilisateurs Imaginer, concevoir et réaliser une ou des solutions en réponse à un besoin, à des exigences (de développement durable, par exemple) ou à la nécessité d'améliorations dans une démarche de créativité : le choix des matériaux - Comparer différents matériaux pour choisir le plus adapté La modélisation et la fabrication - Modifier une forme à l'aide d'une modélisation, choisir les moyens et produire la forme voulue.

Situations d'apprentissage possibles associées au questionnement scientifique : comment les formes, les proportions, les matériaux et le vivant façonnent-ils une architecture à la fois robuste, harmonieuse et durable ?

Observer et identifier des principes de forme et d'organisation

- Les élèves rencontrent des chercheurs, des architectes et des artistes, femmes et hommes, qui font dialoguer mathématiques, sciences et création (architecture, patrimoine, design), et se familiarisent avec quelques édifices remarquables.
- Les élèves observent et comparent des formes biologiques et architecturales présentant des symétries, des spirales, des ramifications ou des répétitions, mesurent leurs proportions et dimensions sur plusieurs individus ou éléments et caractérisent leurs organisations à différentes échelles.
- Les élèves testent, à partir de mesures, l'affirmation selon laquelle certaines proportions remarquables, comme le nombre d'or, seraient fréquemment présentes dans l'architecture, les arts ou le vivant, et en discutent les limites.

Modéliser et comprendre formes, structures et matériaux

- Les élèves réalisent, à la main puis avec un logiciel de géométrie dynamique, des pavages, frises et rosaces à partir de translations, de symétries et de rotations, et analysent les symétries mises en jeu (rosaces gothiques, mosaïques, pavages d'Escher ou de l'Alhambra).
- Les élèves étudient les fractales (flocon de Koch, triangle de Sierpiński) : ils construisent les premières itérations, calculent périmètres et aires, et discutent la notion d'objet infini borné.
- Les élèves caractérisent plusieurs matériaux (bois, pierre, verre) par des mesures de masse volumique et comparent leurs propriétés en vue d'un usage architectural.
- Les élèves reproduisent ou modélisent numériquement des éléments architecturaux remarquables (colonnes, voûtes, coupoles, moucharabiehs, rosaces) pour comprendre leur construction, leurs proportions mathématiques et la stabilité.

S'inspirer du vivant et des phénomènes physiques pour concevoir

- Les élèves mettent en relation certaines structures biologiques avec leur fonction (ramifications des racines ou des nervures, symétrie d'un organisme, disposition d'organes) et identifient les caractéristiques susceptibles d'inspirer une solution architecturale (biomimétisme).
- Les élèves comparent l'organisation biologique observée et la solution technique envisagée afin de distinguer inspiration biomimétique et simple imitation de forme et de discuter les possibilités et les limites de cette transposition.
- Les élèves étudient la propagation de la lumière et les ombres portées, puis imaginent et prototypent un objet ou un dispositif mobilisant ces principes (luminaire à motifs, moucharabieh, dispositif de contrôle solaire).
- Les élèves programment, en langage par blocs, des motifs architecturaux ou décoratifs en mobilisant des boucles, des instructions conditionnelles et des transformations géométriques.

Concevoir, prototyper et argumenter une architecture

- Les élèves formalisent les exigences de la production architecturale en prenant en compte robustesse, matériaux, formes, lumière, esthétique et impacts environnementaux.
- Les élèves peuvent collaborer avec une formation de lycée technologique ou professionnel (STI2D, STD2A, S2TMD, métiers du bâtiment, étude et réalisation d'agencement, menuiserie, architecture, etc.) pour modéliser, fabriquer ou tester tout ou partie de la solution.
- Les élèves peuvent rencontrer un architecte, un bureau d'études, un designer, un laboratoire ou visiter un bâtiment remarquable afin de confronter ses propositions aux pratiques professionnelles.

Productions et évaluations possibles

Maquette à l'échelle d'un édifice biomimétique, exposition, capsule vidéo, expérience immersive pour « visiter » un édifice remarquable, permettant d'évaluer les connaissances acquises, leurs mobilisations en situation, l'exploitation de données scientifiques et la capacité à structurer un raisonnement scientifique.

Autres exemples de questionnements scientifiques

Comment la lumière crée-t-elle l'illusion, l'image et la couleur ?

Questionnements possibles

- Comment la lumière varie-t-elle selon l'orientation, les ouvertures et les dispositifs architecturaux ?
- Quels sont les besoins des végétaux en lumière et comment les prendre en compte dans l'aménagement d'un espace ?
- Comment l'ombre, l'éclairement et les matériaux influencent-ils les conditions de vie dans un espace végétalisé ?
- Comment concevoir un dispositif architectural permettant de contrôler l'apport de lumière tout en favorisant le développement des végétaux ?
- Comment tester et comparer plusieurs solutions au regard de critères scientifiques, techniques et esthétiques ?

Situations possibles

Les élèves étudient la propagation de la lumière et la formation des images (camera obscura, sténopé, vitrail) ; ils mobilisent la géométrie et la perspective pour construire une image ; ils conçoivent et réalisent un dispositif optique simple ; ils explorent la synthèse des couleurs et la perception visuelle.

Productions possibles

Dispositif optique, photographies au sténopé, maquette d'un espace végétalisé, dispositif de contrôle de la lumière, brise-soleil ou façade ajourée, installation artistique, exposition.

Comment les mathématiques peuvent-elles contribuer à décrire les formes du vivant ?

Questionnements possibles

- Quelles régularités peut-on observer dans l'organisation de certaines structures du vivant ?
- Comment caractériser et comparer leurs formes et leurs proportions ?
- Quels modèles géométriques permettent d'en rendre compte ?
- Un modèle mathématique décrit-il exactement une structure biologique réelle ?
- Comment expliquer les écarts observés entre les individus ?
- Le nombre d'or est-il réellement présent dans toutes les structures auxquelles on l'associe ?
- Comment une organisation du vivant peut-elle inspirer une solution technique ou artistique ?
- Quelles sont les limites d'une transposition du vivant vers un objet ou une architecture ?

Situations possibles

Les élèves observent et mesurent des structures biologiques présentant symétries, spirales, ramifications ou répétitions ; ils construisent ou utilisent des modèles géométriques pour les décrire ; ils confrontent le modèle aux observations pour en identifier les ressemblances, les écarts et les limites ; ils interrogent de manière critique l'idée selon laquelle certaines proportions, comme le nombre d'or, seraient omniprésentes dans le vivant.

Productions possibles

Exposition, collection photographique commentée, capsules vidéo, production biomimétique.

Comment transformer, transmettre et retrouver une information cachée dans un message ou un signal sonore ?

Situations possibles

Les élèves codent et décodent des messages à l'aide de chiffrements historiques (César, Vigenère) et éprouvent leur robustesse à l'aide de statistiques d'occurrence de lettres ; ils simulent des tirages aléatoires et confrontent fréquence observée et probabilité théorique ; ils enregistrent et analysent un signal sonore pour en extraire des informations (fréquence, spectre).

Productions possibles

Défis mathématiques, escape game, machine à coder, dispositif interactif.

Thématique « Numérique, données et innovations »

Les apprentissages introduits dans cette thématique invitent les élèves à :

- comprendre comment des données sont produites, traitées et interprétées ;
- évaluer la fiabilité des résultats ;
- découvrir quelques usages de l'intelligence artificielle et interroger les bénéfices, les limites et les impacts environnementaux des technologies numériques.

Ils conduisent notamment les élèves à distinguer les données recueillies, leur traitement, les modèles construits à partir de celles-ci et les décisions qui peuvent en découler.

Les situations d'apprentissages proposées visent l'acquisition, la consolidation et l'évaluation de connaissances et de compétences associées à la thématique « Numérique, données et innovations », dans le cadre d'un projet pédagogique. La production réalisée par les élèves constitue un support et une trace de ces apprentissages. Les enseignants comme les partenaires contribuent à l'acquisition de ces connaissances et compétences disciplinaires. L'évaluation des acquis des élèves se fait tout au long de l'année et ne se limite pas à une évaluation de la production finale.

Dans les exemples proposés, les quatre disciplines sont mobilisées afin de donner à voir les différentes possibilités. Les équipes sont invitées à sélectionner, à adapter et à combiner ces entrées selon leur contexte et le questionnement choisi.

D'autres questionnements peuvent être développés en mobilisant d'autres connaissances et compétences des programmes en vigueur au cycle 4. Quelques exemples sont aussi proposés.

Questionnement scientifique développé : comment exploiter les données environnementales, les outils numériques et l'intelligence artificielle pour anticiper, modéliser et prévenir les feux de forêt, et avec quelles limites ?

Connaissances et compétences disciplinaires

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
SVT	La planète Terre, l'environnement et l'action humaine • Identifier les principaux impacts de l'action humaine, bénéfiques et risques, à la surface de la planète Terre. • Expliquer comment une activité humaine peut modifier l'organisation et le fonctionnement des écosystèmes en lien avec quelques questions environnementales globales. • Envisager ou justifier des comportements responsables face à l'environnement et à la préservation des ressources limitées de la planète. Le vivant et son évolution • Diversité et dynamique du monde vivant à différents niveaux d'organisation ; diversité des relations interspécifiques.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Physique- Chimie	Organisation et transformations de la matière Décrire et expliquer des transformations chimiques • Associer leurs symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique. • Interpréter une formule chimique en termes atomiques. • Dioxygène, dihydrogène, diazote, eau, dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote. • Propriétés de quelques transformations chimiques. • Identifier le caractère acide ou basique d'une solution par mesure de pH. • Identifier les gaz à effet de serre produits lors de transformations chimiques. • Combustion dans l'air. L'énergie, ses transferts et ses conversions • Associer l'émission et l'absorption d'un rayonnement à un transfert d'énergie. - Rayonnement émis par un objet. - Absorption d'un rayonnement par un objet. - Transfert d'énergie par rayonnement. Des signaux pour observer et communiquer Signaux lumineux • Distinguer une source primaire (objet lumineux) d'un objet diffusant. • Exploiter expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux. • Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation. • Modèle du rayon lumineux.
Mathématiques	Nombres et calculs • Puissances, notation scientifique et ordres de grandeur (consommation d'énergie, empreinte carbone du numérique). Organisation et gestion de données, fonctions • Effectifs, fréquences. Indicateurs de position : moyenne, médiane. Indicateur de dispersion : étendue. • Recueillir des données, les organiser ; lire et interpréter des données sous forme de données brutes, de tableau, de diagramme ; utiliser un tableur-grapheur. • Calculer et interpréter des indicateurs de position ou de dispersion d'une série statistique. • Notion de fonction ; modéliser un phénomène continu par une fonction ; extrapoler une tendance. • Probabilités : calculer des probabilités dans des cas simples ; faire le lien entre fréquence et probabilité. Grandeurs et mesures • Notion de grandeur produit et de grandeur quotient (consommation d'énergie en Wh, empreinte carbone en kg CO₂/kWh ou par service). Algorithmique et programmation • Notions d'algorithme et de programme ; variable informatique ; déclenchement d'une action par un événement ; séquences d'instructions, boucles, instructions conditionnelles. • Écrire, mettre au point et exécuter un programme en réponse à un problème donné.

Disciplines	Connaissances et compétences (Programmes des 4 disciplines du cycle 4)
Technologie	Décrire les liens entre usages et évolutions technologiques des objets et des systèmes techniques : l'évolution des OST • Identifier les avantages et les inconvénients associés aux évolutions technologiques et informatiques ; justifier l'évolution d'un OST pour répondre à l'évolution des besoins. Décrire et caractériser l'organisation interne d'un OST et ses échanges avec son environnement (énergies, données) : structuration et traitement des données • Décrire et analyser la transformation des données téléversées ou issues d'un OST ; structuration d'une table de données permettant l'exploitation et l'interprétation du comportement d'un OST. Concevoir, écrire, tester et mettre au point un programme : la programmation des OST • Modifier un algorithme, traduire un algorithme en un programme ; réaliser et mettre au point un programme commandant un système réel, incluant éventuellement une interaction entre un humain et une machine.

Situations d'apprentissage possibles associées au questionnement scientifique : comment exploiter les données environnementales, les outils numériques et l'intelligence artificielle pour anticiper, modéliser et prévenir les feux de forêt, et avec quelles limites ?

Comprendre le risque et identifier les données pertinentes

- Les élèves formulent une question scientifique sur les feux de forêt en distinguant les facteurs favorisant le départ du feu, ceux qui influencent sa propagation et les conséquences sur les écosystèmes ; ils identifient les paramètres pertinents à mesurer ou à recueillir.
- Les élèves caractérisent un écosystème forestier et identifient certaines propriétés de la végétation susceptibles d'influencer sa vulnérabilité au feu : état hydrique, quantité de biomasse sèche, continuité du couvert végétal ou type de végétation.
- Les élèves analysent les effets d'un incendie sur un écosystème forestier et distinguent les facteurs de risque, les conséquences du feu et les dynamiques de régénération du milieu.
- Les élèves comparent des milieux forestiers ayant connu des histoires d'incendie différentes afin d'identifier des effets sur la biodiversité, la structure de la végétation et la recolonisation du milieu.

Recueillir, organiser et interpréter les données

- Les élèves exploitent des données ouvertes (issues de Météo-France, de l'Office national des forêts, de Copernicus) pour caractériser les liens entre climat, végétation et historique des incendies, et cartographier les zones à risque.
- Les élèves analysent des données satellites (avant/après un incendie) pour évaluer la régénération de la végétation et l'impact sur la biodiversité, en mobilisant des bases de données naturalistes.
- Les élèves expliquent le principe de fonctionnement d'un capteur (température, humidité, O₂, CO₂) et décrivent la chaîne d'acquisition, du phénomène physique à la donnée numérique exploitable ; ils réalisent des expériences avec des capteurs pour caractériser les conditions favorisant les incendies.
- Les élèves mettent en relation des données de température, de précipitations ou de sécheresse avec l'état de la végétation et la disponibilité en eau afin de discuter leur influence sur le risque d'incendie.
- Les élèves réalisent ou exploitent un inventaire de biodiversité dans des zones différemment touchées par le feu et comparent la richesse ou la présence de certaines espèces au cours de la régénération du milieu.

- Les élèves étudient les mécanismes de la combustion et identifient les conditions favorables ainsi que les gaz émis (dioxyde de carbone, vapeur d'eau, particules) ; ils relient combustions et émissions de gaz à effet de serre.
- Les élèves programment un microcontrôleur pour collecter des données environnementales utiles au suivi de l'état du milieu et les transmettre en temps réel vers une plateforme en ligne.
- Les élèves lisent, interprètent, organisent et représentent les données recueillies à l'aide d'un tableur, calculent des indicateurs statistiques (moyenne, médiane, étendue) et étudient les corrélations entre état de la végétation, paramètres météorologiques (vent, sécheresse) et départs de feu.

Modéliser et expérimenter un outil de prédiction

- Les élèves testent différentes modélisations de la vitesse de propagation d'un feu en fonction du vent ou de la pente à l'aide de fonctions mathématiques et représentent les scénarios à l'aide de graphiques dynamiques (tableur, GeoGebra) et peuvent intégrer à la comparaison des scénarios des caractéristiques de la végétation ou de son état hydrique.
- Les élèves découvrent le principe d'un système d'intelligence artificielle par apprentissage supervisé, entraînent un modèle simple pour anticiper le risque d'incendie à partir des données recueillies, interprètent les probabilités de prédiction fournies par le modèle, analysent les erreurs et mettent en évidence la notion de biais.

Évaluer les limites et contribuer à la prévention

- Les élèves rencontrent des chercheurs, ingénieurs, sapeurs-pompiers et experts en métadonnées, femmes et hommes, et découvrent la diversité des métiers du numérique, de la science des données et de la prévention des risques.
- Les élèves développent une carte interactive intégrant les données des capteurs et les prédictions du modèle pour visualiser les zones à risque en temps réel, et programment un système d'alerte automatisé.
- Les élèves peuvent collaborer avec une formation de lycée scientifique, technologique ou professionnel (STI2D, systèmes numériques, gestion des milieux naturels et de la faune, forêt, environnement, métiers de la sécurité, environnement, etc.) pour instrumenter un dispositif, traiter des données ou réaliser une visualisation.
- Les élèves comparent différentes mesures de prévention ou de gestion des espaces forestiers et discutent leurs effets possibles sur le risque d'incendie, la biodiversité et le fonctionnement de l'écosystème.

Productions et évaluations possibles

Des supports de sensibilisation (visualisations de données, exposition, capsule vidéo), dossier scientifique et technique argumenté, permettant d'évaluer les connaissances acquises, leurs mobilisations en situation, l'exploitation de données scientifiques et la capacité à structurer un raisonnement scientifique.

Autres exemples de questionnements scientifiques

Comment produire des données fiables pour caractériser l'environnement du collège et éclairer des choix d'aménagement ? Quels paramètres permettent de caractériser certaines conditions environnementales du collège ?

Questionnements possibles

- Comment choisir et utiliser un capteur adapté à la grandeur étudiée ?
- Comment vérifier qu'une mesure est suffisamment fiable pour être interprétée ?
- Comment la température, l'humidité ou d'autres paramètres influencent-ils les conditions de vie des êtres vivants observés dans l'établissement ?
- Comment organiser et représenter les données pour comparer différents lieux ou différentes périodes ?
- Une série de mesures réalisée dans le collège est-elle suffisante pour établir une tendance ?
- Comment concevoir et programmer une station permettant d'acquérir et de partager les données ?

Situations possibles

Les élèves identifient les paramètres pertinents à mesurer (température, qualité de l'air, bruit) et choisissent les capteurs adaptés ; ils assemblent et programment la station de mesure connectée ; ils confrontent les mesures à des observations de terrain et à des données de référence ; ils représentent les données à l'aide d'un tableur-grapheur et discutent leur variabilité et leur représentativité.

Productions possibles

Station et tableau de bord, cartographie des mesures, présentation scientifique.

Comment représenter l'évolution d'un phénomène biologique sans en déformer le sens ?

Questionnements possibles

- Quelles données permettent de décrire l'évolution d'un phénomène biologique ?
- Comment prendre en compte la variabilité entre individus ou au cours du temps ?
- Comment organiser et représenter les données pour rendre compte du phénomène observé ?
- Deux représentations différentes des mêmes données peuvent-elles conduire à des impressions différentes ?
- Quels choix de graphique, d'échelle ou d'indicateur peuvent modifier l'interprétation ?
- Comment distinguer ce qui relève de la donnée mesurée, du traitement réalisé et de l'interprétation proposée ?
- Comment concevoir une visualisation numérique à la fois lisible, fidèle aux données et scientifiquement rigoureuse ?

Situations possibles

Les élèves recueillent ou exploitent des données relatives à un phénomène biologique (croissance d'un végétal, activité saisonnière, paramètre physiologique) ; ils conçoivent un tableau de bord ou une installation interactive pour visualiser les évolutions ; ils comparent plusieurs représentations et justifient celles qui restituent le mieux le phénomène étudié ; ils distinguent donnée, traitement et interprétation.

Productions possibles

Tableau de bord interactif, exposition installation numérique ou capsule critique comparant différentes représentations.

RESSOURCES

Pages éducol :

- [Classes à horaires aménagés en mathématiques et en sciences \(CHAMS\)](#)
- [Faire évoluer les représentations des élèves sur les mathématiques](#)
- [Faire des maths et des sciences, un choix possible pour toutes !](#)
- [Sciences à l'École](#)
- [Culture scientifique, technique et industrielle \(CSTI\)](#)
- [Raisonnement et pratiques des démarches scientifiques et technologiques](#)