



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

| Conseil supérieur
des programmes

Projet de programmes de physique- chimie du cycle 4

Juillet 2025

Ce projet de programmes n'engage pas, à ce stade, le ministère de l'Éducation nationale.

Sommaire

Table des matières

Préambule	4
Contenus disciplinaires	8
Contenus transversaux	8
Variabilité de la mesure	8
Connaissances épistémiques	9
Contenus thématiques	10
ORGANISATION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE	10
Classe de cinquième.....	10
Propriétés de la matière	10
Constitution et organisation de la matière	12
Transformations de la matière.....	12
Classe de quatrième.....	13
Propriétés de la matière	13
Constitution et organisation de la matière	14
Transformations de la matière.....	15
Classe de troisième	15
Propriétés de la matière	15
Constitution et organisation de la matière	16
Transformations de la matière.....	17
MOUVEMENT ET INTERACTIONS	18
Classe de cinquième.....	19
Mesure du temps et mouvement	19
Classe de quatrième.....	20
Mouvement.....	20
Interactions	21
Classe de troisième	22
Mouvement.....	22
Interactions	22
L'ÉNERGIE : STOCKS, TRANSFERTS, CONVERSIONS	24
Classe de cinquième.....	24
Stocks et transferts d'énergie	24

Électricité.....	25
Classe de quatrième.....	26
Puissance d'un transfert d'énergie entre deux systèmes.....	26
Puissance électrique	27
Classe de troisième	28
Conversions d'énergie : enjeux environnementaux de la production d'électricité et de la consommation électrique	28
ONDES ET SIGNAUX	30
Classe de cinquième.....	30
Signaux sonores	30
Signaux lumineux	30
Classe de quatrième.....	31
Des ondes pour propager des signaux.....	31
Classe de troisième	32
Des signaux pour mesurer	32

Préambule

Finalités de l'enseignement

Le programme de physique-chimie du cycle 4 se situe dans la continuité des programmes de sciences et technologie du cycle 2 et du cycle 3, tant pour les notions de physique et de chimie qui y sont abordées que pour ce qui relève de la découverte et de l'apprentissage de la démarche scientifique.

Les connaissances et les compétences de physique-chimie acquises au collège ont le double objectif de fournir à tous les élèves des éléments scientifiques et rationnels constitutifs d'une culture commune indispensable au développement de leur esprit critique de citoyens en devenir et, d'autre part, de poser les bases des notions et méthodes qui seront mobilisées par celles et ceux qui s'orienteront vers des parcours scientifiques.

L'enseignement de la physique-chimie au cycle 4 obéit donc à de multiples finalités :

- initier tous les élèves aux concepts centraux de la physique et de la chimie, pour décrire, analyser et, dans certains cas, prévoir les phénomènes naturels et artificiels ;
- former tous les élèves à la démarche scientifique, ses forces et ses limites, les initier à ce mode de construction des savoirs (pratiques et méthodes partagées par les communautés scientifiques, histoire des sciences, etc.) ;
- apprendre aux élèves à conduire des démarches de modélisation des phénomènes qui utilisent et renforcent les compétences mathématiques des élèves tout en leur permettant d'expliquer et de prévoir le résultat d'expériences ;
- motiver des élèves à une poursuite d'études dans les domaines scientifiques mobilisant la physique ou la chimie afin de les engager dans les formations scientifiques dont le pays a besoin.

Les **activités expérimentales** jouent un rôle central dans la formation en physique-chimie et constituent un support privilégié pour favoriser la compréhension des concepts mis en jeu. Il est essentiel que les élèves mettent en œuvre des expériences, selon des protocoles qu'ils peuvent être amenés à concevoir eux-mêmes. Ils apprennent ainsi à interpréter des observations et des résultats expérimentaux en les reliant à des lois générales, à tester expérimentalement des représentations modélisées de la réalité, à valider ou invalider des hypothèses, etc. Le professeur ne doit pas hésiter à recourir fréquemment à des expériences de démonstration dont on sait qu'elles intéressent et motivent les élèves. Ces derniers sont rendus actifs en les associant à la description de ce qu'ils ont observé et à l'interprétation qu'il est possible d'en faire, ce qui renforce par ailleurs leurs compétences langagières orales ou écrites.

Les concepts sont introduits ou illustrés par des exemples tirés de la vie quotidienne et connus des élèves, par des objets technologiques ou encore par des phénomènes naturels de toutes échelles et de toutes natures. En lien avec **l'éducation au développement durable**, les notions et connaissances de physique-chimie sont régulièrement exploitées par les élèves dans l'analyse scientifique des difficultés auxquelles le monde est aujourd'hui confronté dans les domaines énergétique, climatique et environnemental, tant du point de vue de leurs causes que de celui de leurs possibles solutions. Elles éclairent ainsi les élèves sur les décisions publiques et les comportements personnels et collectifs adoptés pour faire face à ces défis.

Les compétences de la démarche scientifique travaillées en physique-chimie

Les compétences retenues pour caractériser la démarche scientifique telle qu'elle s'incarne dans les enseignements du cycle 4 en physique-chimie visent à structurer la formation et l'évaluation des élèves. L'ordre de leur présentation ne préjuge en rien de celui dans lequel les compétences sont mobilisées par l'élève dans le cadre d'activités. Quelques exemples de capacités associées précisent les contours de chaque compétence, l'ensemble n'ayant pas vocation à constituer un cadre rigide.

Compétences	Exemples de capacités associées
Analyser/Raisonner	<ul style="list-style-type: none"> – Observer et décrire un phénomène, par exemple en réalisant un schéma de situation. – Identifier les grandeurs physiques utiles à l'analyse d'une situation. – Rechercher, extraire et organiser l'information pour résoudre un problème scientifique. – Mobiliser ses connaissances pour élaborer des hypothèses fondées qui peuvent être éprouvées. – Proposer une stratégie pour résoudre un problème scientifique. – Choisir ou proposer un dispositif expérimental ou un protocole simple pour répondre à une question scientifique.
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en œuvre une stratégie pour résoudre un problème scientifique. – Utiliser des modes de représentations conventionnels (modèle moléculaire, circuit électrique, etc.). – Mettre en œuvre un protocole en utilisant un équipement adapté, en respectant les règles de sécurité adéquates. – Mesurer des grandeurs physiques. – Effectuer des calculs, représenter des données.
Valider	<ul style="list-style-type: none"> – Exploiter des observations, des mesures en tenant compte de la variabilité des mesures. – Valider ou invalider une hypothèse, une information. – Vérifier la vraisemblance du résultat d'un calcul, ou d'une mesure. – Vérifier la vraisemblance d'une affirmation en s'appuyant sur ses connaissances ou sur des sources fiables.
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser des codes de la communication scientifique à l'écrit ou à l'oral. – À l'écrit comme à l'oral, réaliser une présentation des étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible. – Interagir à l'oral lors d'un travail de groupe. – Argumenter dans le cadre d'un débat scientifique.

Les compétences d'ordre psychologique et social développées dans les enseignements de physique-chimie

Les enseignements de physique-chimie contribuent au développement de plusieurs attitudes relevant de compétences d'ordre psychologique ou social.

Dans le champ émotionnel :

- La formation à la démarche scientifique, la structuration des savoirs, le développement du raisonnement et de l'argumentation, le caractère universel et partagé des lois de la physique permettent d'adopter une posture rationnelle qui peut aider à réguler ses émotions au cours de débats contradictoires. Ces éléments peuvent aussi aider l'élève à surmonter les conflits de loyauté que ces apprentissages peuvent générer face aux préconceptions liées à son expérience individuelle et à ses convictions.
- La démarche scientifique, dans laquelle les hypothèses peuvent être contredites par l'expérience est de nature à dédramatiser l'erreur personnelle de l'élève dans ses apprentissages.
- La pratique expérimentale et les objets étudiés en physique-chimie, de l'infiniment grand à l'infiniment petit, sont de nature à susciter le plaisir de la manipulation et du geste, de même que la curiosité et l'émerveillement.

Dans le champ cognitif :

- Le développement de la compétence « valider » fournit un soutien à la confiance que l'on peut, ou non, avoir en ses propres conceptions. Ce développement aide à construire l'honnêteté intellectuelle. Les situations contre-intuitives, nombreuses en physique-chimie, aident l'élève à savoir penser contre lui-même.
- Les activités expérimentales et la résolution de problèmes se prêtent au développement de l'autonomie des élèves, de leur créativité, de leur inventivité tout en mobilisant leurs acquis.
- La compréhension de la nature et de la construction du savoir scientifique conduit les élèves à distinguer savoirs, croyances et opinions et à identifier les sources d'information dignes de confiance.

Dans le domaine des relations sociales :

- Les activités expérimentales, recherches documentaires, projets scientifiques, tâches simples ou complexes, conduits en classe de sciences offrent des contextes pédagogiques adaptés aux activités collectives. Engagés dans ces activités collaboratives, les élèves apprennent à surmonter leurs *a priori*, à s'écouter, à s'organiser, à affirmer leurs points de vue en argumentant et plus largement, à atteindre ensemble un objectif partagé.
- Plus largement, les mécanismes de construction des connaissances au sein de la communauté scientifique internationale montrent aux élèves comment ces démarches collectives garantissent autant la robustesse que le caractère évolutif des savoirs scientifiques.

Repères pour l'enseignement

L'enseignant doit avant tout être attentif à l'égalité de traitement entre tous les élèves, et particulièrement entre les filles et les garçons. Ainsi, il veille à instaurer les conditions permettant à chaque élève de comprendre que les sciences et la technologie sont accessibles à tous et à toutes, quels que soient le sexe ou le milieu social, et que les compétences en sciences et technologie se développent progressivement par le travail et la régularité dans les apprentissages. Cet objectif suppose une attention particulière aux éléments suivants :

- au regard porté sur chaque élève, qu'il s'agisse d'une fille ou d'un garçon, et à la valorisation équitable des stratégies de recherche mises en œuvre ainsi que des progrès accomplis ;
- à une répartition équivalente des tâches et des responsabilités confiées à chacun. En particulier filles et garçons doivent avoir autant l'occasion de manipuler ;
- à la sollicitation équilibrée des filles et des garçons à l'oral, tout en régulant équitablement les prises de parole ;
- aux retours oraux et écrits qu'il fournit aux élèves, en mettant en avant les réussites et en proposant des pistes d'amélioration, sans recourir à des stéréotypes implicites ;
- aux occasions offertes à chaque élève de s'exprimer en classe, que ce soit individuellement ou dans un groupe, en évitant les asymétries genrées dans la prise de parole.

Afin de modifier les représentations sociales et d'encourager une identification positive, il est donc essentiel de proposer des situations évitant la reproduction, même implicite, de stéréotypes de genres, et de mettre en avant le travail et les réalisations de femmes scientifiques. En effet, la projection sur un « modèle » participe, dès le plus jeune âge, à modifier les représentations sociales et celles liées aux genres.

Le professeur est de plus invité à :

- varier les activités proposées aux élèves ;
- privilégier la mise en activité des élèves, tout en procédant régulièrement à des synthèses récapitulatives ;
- valoriser l'approche expérimentale en lien avec la démarche scientifique ;
- aborder les modèles et les notions scientifiques de façon progressive, en partant de l'observation et de la description d'exemples concrets choisis avec soin ;
- tisser des liens aussi bien entre les notions du programme de physique-chimie qu'avec les autres enseignements notamment les mathématiques, les sciences de la vie et de la Terre et la technologie ;

- favoriser l'acquisition d'automatismes et développer l'autonomie des élèves en proposant des temps de travail personnel ou en groupe, dans et hors la classe ;
- familiariser les élèves avec les ordres de grandeurs des valeurs de grandeurs physiques et chimiques fréquemment rencontrées dans la vie courante et/ou porteuses d'enjeux ;
- mettre en place une différenciation pédagogique pour adapter son enseignement à tous les élèves ;
- évaluer les élèves de façon à prendre en compte les multiples activités réalisées (évaluations de productions écrites et orales, de travaux de groupes, des compétences expérimentales) ;
mettre en œuvre une évaluation par compétences lorsque c'est adapté, notamment lors des activités expérimentales ou lors de tâches complexes à l'écrit ou à l'oral (résolution de problème, analyse documentaire).

Place du numérique, de l'intelligence artificielle et de la pensée informatique dans les enseignements

Les outils numériques sont mobilisés lorsqu'ils apportent une véritable plus-value à l'enseignement (plus-value que l'enseignant est encouragé à évaluer lui-même à partir d'éléments observables concrets). De telles situations sont nombreuses, notamment dans la collecte, la représentation et l'analyse de données expérimentales ou encore dans l'usage de logiciels de simulation. Les outils numériques peuvent aussi être mobilisés dans le cadre de l'évaluation des élèves.

Les enseignements de physique-chimie peuvent être enrichis de liens avec la pensée informatique telle qu'elle est notamment développée en mathématiques. Par exemple, les élèves prennent l'habitude de décomposer une résolution de problèmes en blocs simples articulés de façon logique. De plus, ils apprennent à décider si la résolution d'un problème ou la réalisation et l'exploitation d'une activité expérimentale, peuvent bénéficier de l'apport du numérique.

L'intelligence artificielle peut être utilisée, mais elle ne saurait se substituer à l'élève pour réaliser des activités constitutives de son apprentissage (résolution d'exercices, écriture de comptes rendus d'activités, mise en forme de résultats d'observation, etc.). L'analyse de productions erronées d'une intelligence artificielle générative peut être mobilisée comme exercice de l'esprit critique des élèves. Les enseignants sont encouragés dans le cadre de leur enseignement de physique-chimie à présenter des exemples où l'intelligence artificielle non générative est exploitée dans le domaine scientifique (reconnaissance d'images ou de formes, identification de régularités statistiques, etc.).

L'usage des outils numériques et de l'intelligence artificielle par les enseignants dans les phases de préparation des cours ou des exercices qu'ils proposent à leurs élèves relève de leur entière liberté pédagogique.

Relation du programme au *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*

Les enseignements de physique-chimie tels qu'ils sont décrits dans ce programme ne constituent pas un ensemble isolé mais s'inscrivent dans le cadre du *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*, qui expose l'architecture d'ensemble de la scolarité obligatoire et qui rend manifeste la contribution de l'ensemble des enseignements à l'acquisition par les élèves d'une culture à la fois personnelle et partagée.

Les enseignements de physique-chimie contribuent, par certains de leurs apports spécifiques identifiés dans le *Socle*, à l'acquisition et à la consolidation des compétences fondamentales de français (« écouter et comprendre », « prendre la parole », « écrire », « lire », « comprendre, interpréter, apprécier ») et de mathématiques (« utiliser les nombres, calculer », « mesurer et utiliser les grandeurs », « se repérer dans l'espace et dans le temps », « représenter, traiter interpréter des données », « construire un raisonnement logique, résoudre des problèmes »).

Le *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture* rend également compte de la manière dont les objectifs d'apprentissage de physique-chimie participent à la constitution progressive des éléments de culture commune suivants :

- acquérir et mobiliser les démarches et les gestes fondamentaux de l'apprentissage ;
- raisonner, définir, démontrer et prouver, avoir le sens de la vérité et savoir suspendre son jugement ;
- faire preuve d'esprit critique ;

- se situer dans l’espace et dans le temps naturel ou historique ;
- être curieux de la pluralité des langages et des langues et s’ouvrir aux richesses des autres cultures ;
- imaginer, fabriquer, créer, expérimenter avec habileté ;
- découvrir, observer, décrire et questionner le monde ;
- comprendre et interroger rationnellement les transformations environnementale, climatique, énergétique et leurs conséquences ;
- disposer d’une culture du numérique, en maîtriser les usages et en apprécier les enjeux.

Organisation du programme

Le programme explicite, pour chaque classe du cycle 4, les « **objectifs d’apprentissage** » (ce que l’élève doit savoir ou savoir-faire) et des « **exemples de réussite** » qui précisent les attendus de formation et délimitent ce qui est exigible des élèves dans le cadre des évaluations auxquelles ils sont soumis, en contrôle continu ou au diplôme national du brevet.

Les contenus disciplinaires enseignés sont organisés en deux catégories :

- des **contenus transversaux** portant sur la « variabilité de la mesure » et sur les « connaissances épistémiques » ;
- des **contenus thématiques**, articulés en quatre domaines, que les élèves retrouveront dans la suite de leur cursus : « Organisation et transformations de la matière », « Mouvement et interactions », « L’énergie : stocks, transferts, conversions », « Ondes et signaux ».

Les contenus transversaux sont abordés sur l’ensemble du cycle 4, sans progression imposée. Les attendus de formation doivent être pris en compte par les enseignants de chaque niveau, dans les contextes qu’ils jugent les plus adaptés. Certains de ces contextes sont explicitement signalés dans la partie thématique : ils constituent alors des attendus pour la classe où ils sont mentionnés. Les contextes se prêtant à l’analyse de la « variabilité de la mesure » sont indiqués en caractères **italiques gras**, ceux qui relèvent des « connaissances épistémiques » sont précédés d’un astérisque (*).

Les contenus scientifiques sont présentés par thèmes, selon une progression précisant les attendus à la fin de chacune des trois classes constituant le cycle 4. À chaque niveau, l’enseignant est libre d’aborder les différents contenus du programme dans l’ordre qui lui convient.

Contenus disciplinaires

Contenus transversaux

Variabilité de la mesure

La notion d’incertitude de mesures est un élément central de la démarche scientifique, notamment lorsqu’il s’agit de valider une hypothèse par l’expérimentation. L’objectif principal de ce programme est de sensibiliser l’élève, à partir d’exemples simples et démonstratifs, à la variabilité des valeurs obtenues dans le cadre d’une série de mesures indépendantes d’une grandeur physique et à poser les premières bases de l’évaluation quantitative de cette variabilité. Les professeurs peuvent s’appuyer sur les connaissances développées en mathématiques dans les domaines des statistiques et de la notation scientifique des nombres. Pour rendre ces idées concrètes, il est conseillé de mettre en place, à chaque niveau de classe, au moins une activité collective menée par l’ensemble de la classe, illustrant la variabilité de la mesure. Des contextes favorables à ce type d’activité sont signalés dans les contenus thématiques en caractères **italiques gras**.

Variabilité de la mesure

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que la mesure d'une grandeur physique présente toujours une variabilité due à l'instrument de mesure, à son utilisation et à la variation de facteurs non contrôlés. – Qualifier la précision d'un processus de mesure à partir d'une série de mesures indépendantes. – Savoir que la moyenne d'une série de mesures indépendantes est le meilleur estimateur de la grandeur étudiée. – Utiliser un indicateur de dispersion pour estimer quantitativement la variabilité d'un ensemble de valeurs mesurées. – Connaître et utiliser la notion de nombre de chiffres significatifs dans l'écriture d'une valeur numérique. – Savoir écrire le résultat d'une mesure en utilisant un nombre de chiffres significatifs adapté à la précision des outils de mesure. 	<p>L'élève sait qu'un instrument gradué (règle, rapporteur, instrument digital, etc.) ne fournit qu'une valeur approchée.</p> <p>À partir d'un tableau de valeurs, il calcule les effectifs correspondant à des mesures appartenant à des intervalles de valeurs donnés. Il interprète ou représente un diagramme en barre.</p> <p>Il calcule la moyenne d'une série de valeurs, éventuellement à l'aide d'un outil numérique.</p> <p>À partir de la classe de quatrième, il détermine l'étendue de la série de valeurs et l'utilise comme indicateur de dispersion.</p> <p>L'élève sait que la réalisation d'une série de mesures est un moyen de caractériser l'incertitude du protocole de mesure : il sait qu'une mesure réalisée ultérieurement a une probabilité élevée de se trouver dans l'intervalle centré sur la moyenne et de largeur égale à l'étendue déterminée.</p> <p>À partir de la classe de quatrième, l'élève sait que l'écriture d'une valeur numérique avec un nombre donné de chiffres significatifs correspond en fait à un encadrement de la valeur, donc à une incertitude sur celle-ci.</p>

Connaissances épistémiques

Il s'agit, avec ce thème, de présenter aux élèves de manière explicite un éclairage sur la nature du savoir scientifique, son mode de construction collectif, ses limites et ses forces, à partir de situations en lien avec la physique ou la chimie.

Les objectifs d'apprentissage sont modestes ; il ne s'agit pas d'aborder la philosophie des sciences ni d'énoncer des critères de scientificité, mais de fournir, au travers de quelques exemples, des repères sur le fonctionnement de la science et sur les spécificités du savoir scientifique. Les enseignements de physique et de chimie s'inscrivent ainsi dans le cadre plus large de la formation à la démarche scientifique, ensemble de pratiques et de valeurs aujourd'hui partagées par tous les domaines de la recherche, que ce soit en sciences expérimentales ou en sciences humaines.

Une attention particulière est portée au mode de diffusion et de validation du savoir scientifique. Les règles de la publication scientifique peuvent servir de référence pour analyser la fiabilité de sources d'information et peuvent être mises en rapport avec les enseignements d'éducation aux médias et à l'information.

Les contenus thématiques identifient quelques situations importantes permettant d'illustrer ces idées, comme la controverse entre la représentation héliocentrique et géocentrique ou l'élaboration du tableau périodique des éléments et les découvertes qu'elle a permis de réaliser. Les contextes qui relèvent des « connaissances épistémiques » sont précédés d'un astérisque (*) dans les contenus thématiques.

Connaissances épistémiques

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none">– Avoir conscience de l'importance des découvertes scientifiques dans la société.– Savoir que la validation d'une hypothèse scientifique passe par sa confrontation au monde réel.– Avoir conscience du caractère évolutif du savoir scientifique.– Savoir que les progrès des instruments de mesure et d'observation jouent un rôle essentiel dans l'évolution des connaissances scientifiques.– Savoir que la construction du savoir scientifique est collective et que toute nouvelle affirmation est soumise à l'examen critique de l'ensemble du monde scientifique.– Connaître le processus de validation par les pairs qui sous-tend toute publication dans une revue scientifique et garantit la fiabilité des informations ainsi diffusées.	<p>L'élève sait qu'en physique-chimie l'ambition est de disposer de lois et de concepts à portée universelle qui permettent d'expliquer et de prévoir le monde. Il peut citer des exemples de notions de physique-chimie qui ont donné lieu à des applications utiles pour la société.</p> <p>L'élève sait que les lois physiques et chimiques ne sont validées que si les prédictions qui en découlent sont compatibles avec l'observation du monde.</p> <p>L'élève connaît le rôle de l'expérimentation pour mettre à l'épreuve des hypothèses ou des théories et réalise des expériences dans cet objectif.</p> <p>Il connaît au moins un exemple où les progrès des instruments d'observation (microscope, télescope, lunette astronomique...) ont fait progresser les connaissances scientifiques.</p> <p>L'élève connaît dans ses grandes lignes le fonctionnement de la communauté scientifique (appui sur les travaux antérieurs, explicitation des procédures, reproductibilité des études, communication et collaboration entre scientifiques, évaluation par les pairs).</p>

Contenus thématiques

ORGANISATION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE

Cette thématique s'inscrit dans une logique de progressivité conceptuelle, aussi bien dans les notions enseignées que dans le passage de la description macroscopique à la description microscopique.

En classe de cinquième, l'approche est uniquement macroscopique ; l'accent est mis sur des approches phénoménologiques et qualitatives des notions, fondées principalement sur l'observation et l'expérimentation non quantitative, même si la réalisation de quelques mesures est ponctuellement présente (masse, volume, température, pression). Il s'agit principalement pour l'élève de décrire et expliquer les observations en utilisant le vocabulaire scientifique adapté, et de donner du sens aux grandeurs physiques manipulées.

Dans les classes de quatrième et de troisième les approches quantitatives sont progressivement développées, notamment avec l'introduction de grandeurs physiques sous forme de grandeurs quotients, comme la masse volumique. L'approche microscopique, introduite dès la classe de quatrième par la représentation des atomes et des molécules est poursuivie en classe de troisième avec la présentation du tableau périodique.

Classe de cinquième

Propriétés de la matière

En fin de cycle 3, l'élève décrit un échantillon de matière à l'aide de grandeurs physiques, telles que la masse, le volume et la température, qu'il sait mesurer et exprimer dans différentes unités. Il compare des corps de masses différentes

Projet de programmes de physique-chimie – Cycle 4 – juillet 2025

mais de volume identique, et inversement. Il distingue des matières par certaines de leurs propriétés physiques (conductivité électrique, opacité, solubilité, miscibilité).

En classe de cinquième, les savoirs et savoir-faire acquis au cycle 3 sur les notions de masse, volume, température et sur les changements d'état sont réactivés et approfondis. L'élève connaît les trois états physiques de la matière (solide, liquide, gazeux), ainsi que plusieurs changements d'état, *a minima* : solidification, fusion, vaporisation et liquéfaction (ou condensation). À l'échelle macroscopique, il différencie les trois états physiques en fonction de leurs caractéristiques.

La notion de pression est introduite à travers sa mesure et son unité, sans nécessiter d'interprétation à l'échelle microscopique.

Les mesures de grandeurs physiques (masse, volume, température) sont l'occasion d'aborder la notion de variabilité des mesures expérimentales.

L'eau, en tant qu'exemple de corps pur, peut servir de support principal aux expérimentations, offrant ainsi une opportunité de sensibilisation à son importance en tant que ressource vitale, en lien avec les enjeux du développement durable et du réchauffement climatique.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir caractériser un échantillon de matière par sa masse, son volume, sa température, sa pression. – Connaître les unités usuelles et les unités du système international de la masse, du volume, de la température et de la pression. 	<p>L'élève sait que la pression est un paramètre nécessaire pour caractériser un échantillon de matière, notamment à l'état gazeux ou liquide. Il connaît son unité, le pascal (Pa).</p> <p>L'élève sait mesurer la pression au sein d'un gaz ou d'un liquide à l'aide d'un appareil de mesure adapté (manomètre ou baromètre).</p> <p>L'élève connaît des ordres de grandeur de masse, de volume, de température et de pression, associés à la vie quotidienne.</p> <p>L'élève exprime la valeur d'un volume dans différentes unités.</p> <p><i>L'élève participe à une activité de mesure collective de masse ou de volume permettant d'illustrer la variabilité de la mesure.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que, lors d'un changement d'état physique, la masse d'un échantillon de matière ne change pas mais que le volume peut varier. – Savoir que, pour un corps pur, la température reste constante lors d'un changement d'état physique, à pression constante. – Savoir que la température de changement d'état physique d'un corps pur est une caractéristique de celui-ci à une pression donnée. – Distinguer différents corps purs par leur température de fusion ou d'ébullition. 	<p>L'élève connaît les températures de solidification et d'ébullition de l'eau à la pression atmosphérique.</p> <p>L'élève sait qu'une température de changement d'état physique, en particulier l'ébullition, dépend de la pression atmosphérique.</p> <p>L'élève réalise des expériences simples mettant en évidence la conservation de la masse et la non-conservation du volume d'un échantillon de matière lors d'un changement d'état physique.</p> <p>L'élève compare des graphiques représentant l'évolution de la température en fonction du temps pour différents échantillons de matière et distingue ceux qui peuvent correspondre à des corps purs.</p>

	<p>L'élève détermine l'état physique d'un échantillon de matière en comparant la température à ses températures de changement d'état fournies.</p> <p>L'élève exploite des expériences simples ou des documents relatifs à la fonte des glaces terrestres en raison du réchauffement climatique et son influence sur l'élévation du niveau des océans.</p>
--	--

Constitution et organisation de la matière

Les techniques de séparation solide-liquide (tamisage, décantation, filtration) et de séparation de deux liquides non miscibles sont abordées dès le cycle 3, de même qu'un critère permettant de prévoir les positions relatives de deux couches liquides non miscibles.

L'expérience de dissolution d'un solide dans l'eau est réalisée au cycle 3. Le phénomène de saturation lors du mélange d'un solide dans l'eau, la possibilité de récupérer certains solides dissous par évaporation, ainsi que la conservation de la masse au cours d'une dissolution sont également traités au cycle 3.

En classe de cinquième, il s'agit de qualifier les différents types de mélanges et d'assoir le vocabulaire associé à la dissolution et la miscibilité. La dissolution d'un solide dans l'eau et la dissolution d'un gaz dans l'eau sont introduites.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que la matière est constituée d'espèces chimiques. – Savoir qu'un corps pur est constitué d'une seule espèce chimique et qu'un mélange est constitué d'au moins deux espèces chimiques. – Distinguer un mélange homogène d'un mélange hétérogène. – Savoir que l'air est un mélange constitué principalement de diazote et de dioxygène mais aussi d'autres gaz en plus faibles proportions, comme le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau. – Connaître et appliquer le vocabulaire associé à la dissolution : solvant, soluté (solide, gaz), solution. – Connaître et appliquer le vocabulaire associé au mélange de deux liquides : miscibilité ou non-miscibilité. 	<p>L'élève réalise et étudie des mélanges, entre espèces chimiques liquides, solides et gazeuses, en s'appuyant sur des contextes variés (alimentation, santé, etc.), et en déduit le caractère homogène ou hétérogène de ces mélanges.</p> <p>L'élève exploite des données sur la composition de l'air, collectées par des organismes officiels, pour apprécier sa qualité. Il discute des bonnes pratiques et connaît quelques gestes quotidiens pour réduire la pollution de l'air extérieur et intérieur.</p> <p>L'élève conçoit et/ou met en œuvre une expérience de dissolution d'un solide dans l'eau et de dissolution d'un gaz (dioxyde de carbone, etc.) dans l'eau.</p> <p>L'élève cite au moins un exemple de mélange de liquides miscibles ou non-miscibles.</p>

Transformations de la matière

Au cycle 3, les élèves observent des changements d'état physique. Les transformations chimiques ne sont pas abordées lors de ce cycle.

En classe de cinquième, la distinction entre transformation chimique et transformation physique est présentée. Il s'agit d'introduire une première approche qualitative des transformations chimiques, en caractérisant un système chimique et son évolution, au travers d'expérimentations : transformations chimiques entre un métal et une solution ionique (solutions d'ions métalliques, solutions d'acides) ou entre deux solutions ioniques conduisant à une précipitation.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir qu'un échantillon de matière peut subir une transformation au cours de laquelle certaines de ses caractéristiques (état physique, couleur, masse, volume, pression, température) évoluent. – Savoir que lors d'une transformation chimique, les espèces chimiques présentes sont modifiées. – Savoir que lors d'une transformation physique, les espèces chimiques présentes ne sont pas modifiées. 	<p>L'élève décrit un système chimique à l'aide de différentes caractéristiques (état physique, couleur, masse, volume, pression, température).</p> <p>L'élève décrit l'évolution au cours du temps d'un système chimique par l'évolution de certaines de ses caractéristiques, dans le cas de transformations physiques et chimiques.</p> <p>L'élève caractérise, de façon macroscopique, l'état initial, l'état final et l'évolution du système chimique.</p> <p>L'élève étudie expérimentalement des transformations chimiques impliquant une modification des espèces chimiques présentes et identifie la formation ou la disparition d'espèces chimiques.</p>

Classe de quatrième

Propriétés de la matière

Au cycle 3, la chimie est abordée à l'échelle macroscopique. L'approche macroscopique des changements d'état physique et de leurs propriétés est approfondie en classe de cinquième. En classe de quatrième, une première modélisation microscopique est introduite pour interpréter les propriétés macroscopiques des différents états physiques de la matière et ses changements d'état.

L'observation de la dissolution de certains solides dans l'eau et la conservation de la masse lors de cette dissolution ont été étudiées au cycle 3. Dans la continuité, en classe de cinquième, la distinction entre corps pur et mélange, les types de mélange (homogène/hétérogène), ainsi que le vocabulaire associé à la dissolution (solvant, soluté, solution) et à la miscibilité de deux liquides ont été abordés. L'étude qualitative et quantitative de la solubilité est approfondie en classe de quatrième et consolide la distinction entre corps pur et mélange.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir qu'il existe deux échelles de description fondamentale de la matière : l'échelle macroscopique et l'échelle microscopique. – Savoir qu'à l'échelle microscopique la matière est décrite par un ensemble d'entités chimiques. 	<p>L'élève connaît les ordres de grandeur des dimensions des entités chimiques. Il sait qu'une entité chimique n'est pas observable au microscope optique, contrairement à une cellule.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Décrire et distinguer les trois états physiques de la matière à l'aide d'un 	<p>À l'échelle microscopique, l'élève sait :</p>

<p>modèle microscopique : compact-ordonné ; compact-désordonné ; dispersé-désordonné.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Expliquer la conservation de la masse lors d'un changement d'état physique à l'aide du modèle microscopique. 	<ul style="list-style-type: none"> - qu'à l'état solide, les entités chimiques sont fortement liées entre elles et qu'elles forment un ensemble compact et ordonné dans lequel elles se déplacent très peu ; - qu'à l'état liquide, les entités chimiques sont liées entre elles et se déplacent de manière désordonnée tout en formant un ensemble compact qui épouse la forme du récipient ; - qu'à l'état gazeux, les entités chimiques sont très faiblement liées entre elles et se déplacent de manière désordonnée dans tout l'espace disponible. <p>L'élève sait que lors d'un changement d'état physique l'organisation à l'échelle microscopique des entités chimiques change, mais que le nombre et la nature des entités chimiques ne changent pas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Connaître la définition de la solubilité d'un soluté dissous dans un solvant. – Savoir que la solubilité d'un corps pur dépend de ce corps pur et du solvant. – Calculer la valeur de la solubilité d'un soluté dans un solvant donné à l'aide de données expérimentales. – Savoir que la solubilité d'un soluté dans un solvant donné dépend de la température. 	<p>L'élève propose un protocole expérimental et mesure la masse maximale d'un soluté soluble dans un volume donné d'eau, pour en déduire la solubilité de ce soluté dans l'eau.</p> <p>L'élève utilise la solubilité comme une caractéristique permettant d'identifier un corps pur.</p> <p>L'élève met en œuvre une expérience permettant de décrire l'influence de la température sur la solubilité.</p>

Constitution et organisation de la matière

Cette partie introduit les notions d'atomes et de molécules, et précise ainsi les concepts d'entité chimique et de corps pur. Elle constitue une opportunité pour aborder la notion de modèle, en tant que représentation simplifiée de la réalité.

Les ions seront abordés en classe de troisième.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que la matière est constituée d'atomes et de molécules. – (*) Comprendre le mode de construction du savoir scientifique à partir de l'exemple de la description atomique de la matière. – Savoir qu'il existe dans la nature un peu plus d'une centaine de types d'atomes différents. – Savoir qu'à chaque type d'atome est associé un symbole chimique. – Connaître le symbole des atomes suivants : hydrogène, carbone, oxygène, azote. – Savoir qu'une molécule est un assemblage d'atomes, associé à une formule chimique. 	<p>L'élève exploite des documents relatifs à l'évolution historique de la description atomique de la matière au travers des contributions de penseurs majeurs, de Démocrite à Jean Perrin en passant par John Dalton.</p> <p>L'élève définit le mot « atome » grâce à son étymologie.</p> <p>L'élève utilise le terme adapté parmi atome et molécule pour qualifier une entité chimique à partir d'une formule chimique donnée.</p> <p>L'élève relie la formule d'une molécule à la nature et au nombre d'atomes qui la constitue.</p> <p>L'élève explique comment certains noms (par exemple : diazote, dihydrogène, dioxygène,</p>

<ul style="list-style-type: none"> – Connaître les formules chimiques des molécules suivantes : dioxygène, dihydrogène, diazote, eau, dioxyde de carbone, méthane. – Connaître les enjeux environnementaux ou sanitaires du méthane, du dioxyde de carbone, du dihydrogène et du protoxyde d'azote. 	<p>dioxyde de carbone) renseignent sur la formule de la molécule.</p> <p>L'élève sait que toute la matière existant sur Terre est constituée à partir d'un nombre pratiquement invariable de chaque type d'atomes.</p>
---	--

Transformations de la matière

En classe de cinquième, la description qualitative d'un système chimique a été introduite. L'élève sait qu'un échantillon de matière peut subir une transformation au cours de laquelle ses caractéristiques (apparence, forme, état physique, température) changent, et que lors d'une transformation chimique, les espèces chimiques initiales sont modifiées.

En classe de quatrième, la description quantitative (masse, volume, composition, etc.) d'un système chimique et de son évolution entre un état initial et un état final est introduite, à travers l'étude de transformations chimiques simples.

L'écriture formelle d'une équation de réaction n'est pas attendue à ce stade du cycle 4.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Caractériser une transformation chimique et distinguer les réactifs des produits. – Savoir qu'il y a conservation de la masse lors d'une transformation chimique. 	<p>L'élève sait qu'une transformation chimique est une transformation au cours de laquelle des espèces chimiques disparaissent (les réactifs) et de nouvelles se forment (les produits).</p> <p>L'élève rédige une phrase décrivant le bilan d'une transformation chimique.</p> <p><i>L'élève met en évidence expérimentalement la conservation de la masse lors d'une transformation chimique, par comparaison entre l'état final et l'état initial.</i></p> <p>L'élève sait que la conservation de la masse implique que la masse des réactifs ayant disparu est égale à la masse des produits formés au cours d'une transformation chimique.</p>

Classe de troisième

Propriétés de la matière

Au cycle 3, l'élève exploite la relation de proportionnalité entre la masse et le volume d'un corps homogène.

En classe de cinquième, un échantillon de matière est caractérisé par différentes grandeurs physiques : masse, volume, température, pression. L'élève connaît les unités usuelles de volume et sait les convertir.

En classe de troisième, la notion de masse volumique est introduite par la relation littérale " $\rho = \frac{m}{V}$ ". L'influence de la température sur la masse volumique est également abordée.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et exploiter littéralement la relation $\rho = \frac{m}{V}$ entre la masse volumique, 	<p>L'élève explique que la masse m d'un échantillon de matière homogène est proportionnelle à son volume V, le coefficient</p>

<p>la masse et le volume d'un échantillon de matière.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Savoir que la masse volumique permet de caractériser un matériau. - Savoir que la masse volumique de la plupart des matériaux diminue lorsque la température augmente du fait de la dilatation thermique. 	<p>de proportionnalité s'écrit $\rho = \frac{m}{V}$, ρ étant la masse volumique de l'échantillon ; il exploite cette relation.</p> <p>L'élève propose un protocole expérimental et le met en œuvre pour déterminer la masse volumique d'un solide, d'un liquide ou d'un gaz.</p> <p>L'élève sait que le réchauffement climatique entraîne une dilatation thermique de l'eau des océans, et que c'est une cause de l'élévation de leur niveau.</p>
--	---

Constitution et organisation de la matière

En classe de quatrième, les notions d'atome et de molécule ont été introduites. L'élève distingue un atome d'une molécule et interprète une formule chimique en termes atomiques.

La description de la constitution de l'atome, incluant la structure interne du noyau, est traitée dans cette partie. Elle permet de travailler les puissances de dix et l'écriture scientifique en lien avec les mathématiques.

Dans la continuité de la classe de quatrième, le tableau périodique est présenté comme un outil de classement et de repérage des atomes constitutifs de la matière, sans insister sur la notion d'élément chimique.

Cette partie constitue également une occasion privilégiée d'évoquer l'histoire des sciences, de faire comprendre aux élèves la construction du savoir scientifique et d'aborder le fonctionnement de la communauté scientifique.

Enfin, cette partie du programme permet d'aborder la question de la limitation des ressources et l'enjeu du recyclage, en lien avec le développement durable, et les interactions entre sciences et société.

Après les atomes et les molécules, la notion d'ion est introduite comme un troisième type d'entité chimique. Les ions sont abordés par une approche expérimentale, sans passer par le modèle de perte ou de gain d'électrons.

Enfin, dans la continuité de la classe de quatrième où les solutions ont été traitées sous l'angle de la solubilité, les mélanges et solutions sont étudiés ici à travers l'analyse chimique : tests d'identification et reconnaissance du caractère acide ou basique d'une solution.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les constituants de l'atome (noyau et électrons) et la structure d'un noyau atomique (nucléons : protons et neutrons). - Savoir qu'un atome est électriquement neutre. - Déterminer la composition d'un atome connaissant le symbole A_ZX de son noyau. 	<p>L'élève sait qu'un atome est constitué d'un noyau central autour duquel se déplacent un ou plusieurs électrons. Il sait que le noyau est constitué de nucléons, qui sont de deux types, les protons et les neutrons.</p> <p>L'élève détermine le nombre de protons, de neutrons et d'électrons d'un atome, connaissant le symbole A_ZX de son noyau et la neutralité électrique de l'atome.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - (*) Comprendre le mode de construction du savoir scientifique à partir de l'exemple de la construction du tableau périodique des éléments chimiques par Dmitri Mendeleïev. - Connaître la structure du tableau périodique des éléments chimiques. 	<p>L'élève sait que le tableau périodique est organisé par colonne d'éléments ayant des propriétés chimiques analogues, les éléments des colonnes et des lignes étant ordonnés par valeur croissante de leur masse.</p> <p>L'élève exploite le tableau périodique pour obtenir des informations sur des éléments : il associe le symbole, le nom et le nombre de protons de l'élément.</p>

	<p>(*) L'élève extrait et exploite des informations de documents présentant la construction historique de la classification périodique des éléments chimiques (masse croissante et périodicité des propriétés chimiques).</p> <p>(*) L'élève extrait et exploite des informations de documents sur la prédiction de l'existence du germanium par Dmitri Mendeleïev mettant ainsi en évidence la portée universelle et le caractère prédictif de la connaissance scientifique.</p> <p>L'élève exploite des documents relatifs aux enjeux environnementaux liés à l'épuisement des ressources naturelles de certains éléments (métaux rares, uranium).</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir qu'il existe des entités chimiques chargées : les ions. – Connaître les ions suivants : H^+, OH^-, Na^+ et Cl^-. – Savoir qu'une solution conduit le courant électrique lorsqu'elle contient des ions. 	<p>Parmi une liste de formules d'entités chimiques, l'élève reconnaît un atome, une molécule et un ion.</p> <p>L'élève détermine expérimentalement si une solution conduit ou pas le courant électrique.</p> <p>L'élève sait que la présence d'ions rend une solution conductrice.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Analyser la composition qualitative d'un échantillon de matière à partir de tests caractéristiques donnés. – Identifier le caractère acide ou basique d'une solution, à partir de la valeur du pH. – Associer le caractère acide ou basique d'une solution à la présence majoritaire d'ions H^+ ou OH^- dans cette solution. – Connaître des exemples de solutions acides et basiques utilisées quotidiennement (vinaigre, acide chlorhydrique, soude, ammoniaque). 	<p>L'élève sait que des tests caractéristiques permettent d'identifier certains ions ou molécules.</p> <p>L'élève exploite des résultats de tests, pour identifier la présence d'ions dans une solution, à partir d'un tableau donnant les réactifs caractéristiques et les observations caractéristiques en cas de tests positifs.</p> <p>L'élève réalise des tests caractéristiques de quelques ions (Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Ag^+) ou molécules (test de l'eau, du dioxyde de carbone, du dioxygène, du dihydrogène).</p> <p>L'élève reconnaît expérimentalement si une solution est acide, basique ou neutre, en utilisant du papier pH.</p> <p>La valeur du pH d'une solution ou d'un produit commercial étant donnée, l'élève identifie son caractère acide ou basique ou neutre.</p> <p>L'élève exploite des documents relatifs aux applications quotidiennes de solutions acides et basiques et aux contraintes de sécurité liées à leur utilisation, ainsi qu'aux conséquences de ces solutions sur l'environnement.</p>

Transformations de la matière

Les transformations chimiques sont introduites en début de cycle 4 pour caractériser qualitativement puis quantitativement un système chimique et son évolution. En classe de troisième, il s'agit de modéliser une transformation chimique comme une redistribution des atomes, à l'échelle microscopique, et de s'intéresser au bilan de cette transformation à l'échelle macroscopique.

L'écriture et l'ajustement d'équations de réaction ne sont pas attendus en classe de troisième ; ces compétences seront acquises en classe de seconde.

Des transformations chimiques à impact environnemental sont étudiées : combustions, réactions entre acides et métaux, réactions d'oxydation des métaux par le dioxygène de l'air. Ces transformations sont abordées expérimentalement et à l'aide de documents.

Enfin, une approche expérimentale et documentaire de la synthèse chimique vise à montrer l'intérêt de la chimie pour répondre à des problématiques concrètes en synthétisant des molécules de manière artificielle, en particulier dans les domaines de la santé et de l'agro-alimentaire.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir qu'une transformation chimique s'interprète comme une redistribution des atomes à l'échelle microscopique. – Exploiter une équation de réaction. 	<p>L'élève utilise des modèles moléculaires pour expliquer à l'échelle microscopique la redistribution des atomes lors d'une transformation chimique.</p> <p>L'élève identifie expérimentalement les réactifs et les produits lors d'une transformation chimique à partir de l'observation de l'état initial et de l'état final.</p> <p>L'élève écrit le bilan d'une transformation chimique à l'aide des noms des réactifs et des produits.</p> <p>L'élève utilise une équation de réaction ajustée pour décrire une transformation chimique.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Connaître les transformations chimiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • combustions dans l'air ; • réactions entre des acides et des métaux ; • réactions entre le dioxygène de l'air et les métaux ; et leur impact sur l'environnement. – Savoir que les combustions d'hydrocarbures génèrent des gaz à effet de serre qui sont l'une des causes du réchauffement climatique. – Savoir qu'une transformation chimique peut aboutir à la synthèse de molécules d'intérêt pour la société. 	<p>L'élève réalise expérimentalement au moins une des transformations chimiques suivantes : combustions dans l'air, réactions entre des acides et des métaux, réactions entre le dioxygène de l'air et les métaux.</p> <p>L'élève comprend les conséquences de ces transformations chimiques sur l'économie et l'environnement (pluies acides, corrosion d'un métal, prévention et défis de la chimie pour limiter la corrosion).</p> <p>L'élève suit un protocole expérimental pour réaliser la synthèse d'un arôme en respectant les conditions de sécurité.</p> <p>L'élève extrait et analyse des informations portant sur la synthèse chimique de molécules d'intérêt pour la santé ou l'agro-alimentaire.</p>

MOUVEMENT ET INTERACTIONS

La caractérisation des mouvements est étudiée dans toutes les classes du cycle 4 ; les interactions sont abordées à partir de la classe de quatrième. La construction des savoirs et des savoir-faire se fait principalement à partir d'observations et d'expérimentations, notamment à partir de chronophotographies ou d'enregistrements.

En classe de cinquième, le mouvement est caractérisé par la trajectoire et les savoirs et savoir-faire acquis au cycle 3 sur les notions de vitesse sont réactivés. À partir de la classe de quatrième, la notion de vitesse est abordée de manière quantitative et la notion d'interaction entre objets est introduite. Les aimants et l'interaction magnétique sont présentés à titre d'exemple.

En classe de troisième, la notion de vecteur étudiée en mathématiques est mobilisée pour caractériser des mouvements ainsi que pour représenter les forces. Le lien entre le poids et la masse est établi par une approche expérimentale. La

notion d'équilibre est interprétée à partir de l'exploitation des forces, elle permet d'expliquer des situations de la vie courante.

Classe de cinquième

Mesure du temps et mouvement

À la fin du cycle 3, l'élève est capable de mesurer des distances et des durées, et d'effectuer des conversions des unités correspondantes. Il sait identifier les trajectoires rectilignes et circulaires, ainsi que des situations où la vitesse d'un objet a une valeur constante ou variable par rapport à un observateur. Il a étudié de manière qualitative la relation entre distance parcourue, durée du parcours et vitesse d'un objet. Il est initié au caractère relatif du mouvement.

En classe de cinquième, on caractérise le mouvement de points d'un objet en exploitant des enregistrements pour déterminer la nature de leur trajectoire. Les savoirs et savoir-faire acquis au cycle 3 sur les notions de distance, de durée et de relativité du mouvement par rapport à un observateur sont réactivées, ainsi que les connaissances acquises portant sur le lien entre la durée du jour ou de l'année et le mouvement de la Terre.

Les mesures des grandeurs distance et temps sont particulièrement propices à l'étude de la variabilité de la mesure.

L'élève découvre que certains phénomènes périodiques, dont les mouvements terrestres rencontrés au cycle 3, sont utilisés pour la mesure de durées. Il aborde, dans la continuité, la construction historique de l'unité du temps : la seconde.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir qu'une année correspond au temps mis par la Terre pour effectuer une révolution autour du Soleil. – Savoir qu'une journée correspond au temps mis par la Terre pour effectuer une rotation complète autour de l'axe des pôles. – (*) Savoir que la seconde est l'une des unités du système international des unités. 	<p>(*) À partir de l'exemple de la seconde, l'élève sait que les unités de mesure sont définies par un consensus collectif de la communauté scientifique pour garantir la stabilité et l'universalité de l'unité.</p> <p>L'élève comprend que l'évolution de la définition d'une unité de mesure est rendue nécessaire par les progrès réalisés dans la précision des mesures.</p> <p>(*) L'élève sait que la communauté scientifique s'entend pour définir un système d'unités commun qui facilite la communication scientifique. Il sait que la définition de la seconde a évolué au cours du temps et qu'elle est aujourd'hui définie par une durée associée à une propriété de la matière.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Décrire le mouvement d'un point d'un objet en précisant la nature de sa trajectoire. – Savoir que la nature du mouvement se décrit par rapport à un observateur. 	<p>L'élève exploite des données, des chronophotographies ou des vidéos, pour identifier la nature de la trajectoire d'un point d'un objet en mouvement.</p> <p>L'élève utilise le vocabulaire adapté pour décrire le mouvement d'un point d'un objet : rectiligne, circulaire, curviligne.</p> <p>L'élève caractérise la nature du mouvement d'un point d'un objet par rapport à différents observateurs.</p>

Classe de quatrième

Mouvement

Dans la continuité des apprentissages de la classe de cinquième, l'élève caractérise les mouvements d'un point par sa trajectoire et sa vitesse. Il calcule des valeurs de vitesse en prenant appui sur des exemples de la vie quotidienne. La relation mathématique liant la vitesse d'un point d'un objet à la distance et à la durée nécessaire pour parcourir cette distance est précisée. Au collège, la vitesse est entendue comme une vitesse moyenne évaluée entre 2 instants. La notion de vitesse instantanée sera abordée au lycée.

L'élève illustre la relativité du mouvement en comparant les valeurs de la vitesse d'un point d'un objet en mouvement vu depuis deux observateurs différents.

Des exemples de mouvements de corps célestes sont étudiés, ils donnent l'occasion d'initier l'élève au mode de construction du savoir scientifique en étudiant la controverse opposant la description géocentrique à la description héliocentrique du système solaire.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none">– Connaître et exploiter littéralement la relation $v = \frac{d}{t}$ entre la vitesse d'un point d'un objet, la distance parcourue et la durée du parcours.	<p>L'élève utilise la relation qui lie la vitesse d'un point d'un objet à la distance parcourue et à la durée du parcours, pour calculer, avec les unités appropriées :</p> <ul style="list-style-type: none">• la distance parcourue par ce point pendant une durée donnée ;• la durée nécessaire au parcours, par ce point, d'une distance donnée ;• la valeur de la vitesse de ce point. <p>L'élève exprime la valeur d'une vitesse en m/s.</p>
<ul style="list-style-type: none">– Décrire le mouvement d'un point d'un objet en précisant la nature de sa trajectoire et l'évolution de la valeur de sa vitesse.	<p>L'élève exploite des chronophotographies ou des vidéos et utilise le vocabulaire adapté pour décrire le mouvement d'un point d'un objet : uniforme, accéléré, décéléré ainsi que rectiligne, circulaire, curviligne.</p>
<ul style="list-style-type: none">– Connaître des exemples de mouvements approximativement circulaires et uniformes en astronomie.– (*) Connaître des éléments historiques de la controverse entre les descriptions héliocentrique et géocentrique du système solaire.	<p>L'élève connaît des exemples d'objets célestes dont les mouvements par rapport au Soleil peuvent être modélisés par des mouvements circulaires uniformes.</p> <p>L'élève utilise des données pour déterminer la vitesse d'un objet céleste.</p> <p>(*) L'élève analyse des documents qui comparent les conséquences des descriptions héliocentrique et géocentrique du système solaire. Il comprend comment la démarche scientifique permet de départager deux représentations concurrentes du monde réel. Il connaît, dans ses grandes lignes, le rôle de Galilée dans ce débat.</p>

Interactions

En classe de quatrième, l'élève découvre les interactions entre objets ainsi que les effets de ces interactions sur le mouvement d'un objet. Il apprend à distinguer l'objet étudié des objets avec lesquels il interagit. La notion de force est introduite pour modéliser l'action exercée par un objet sur un autre. L'exemple de l'interaction magnétique permet de présenter quelques propriétés et caractéristiques des aimants.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir identifier l'existence d'une interaction entre deux objets. – Savoir distinguer les interactions à distance et les interactions de contact. – Savoir que le mouvement d'un objet est influencé par l'ensemble des interactions dans lesquelles cet objet est engagé. 	<p>L'élève définit un objet comme système d'étude et identifie les interactions dans lesquelles il est engagé dans des situations contextualisées simples.</p> <p>L'élève reconnaît l'existence d'une interaction entre deux objets à partir d'une expérience ou de l'analyse de documents.</p> <p>L'élève distingue, pour une interaction entre deux objets, s'il s'agit d'une interaction à distance ou de contact.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que l'action exercée sur un objet par un autre objet avec lequel il est en interaction peut être modélisée par une force caractérisée par son point d'application, sa direction, son sens et sa valeur (exprimée en newton). – Connaître un instrument de mesure de la valeur d'une force et savoir l'utiliser. 	<p>L'élève identifie une action exercée sur un objet étudié, la modélise par une force et en donne ses caractéristiques dans des situations simples.</p> <p><i>L'élève mesure des valeurs de force à l'aide d'un instrument de mesure.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir qu'un aimant attire certains métaux. – Savoir qu'un aimant possède toujours deux pôles : un pôle nord et un pôle sud. – Savoir que, lorsqu'on utilise deux aimants, deux pôles de natures différentes s'attirent et deux pôles de mêmes natures se repoussent. – Savoir que la Terre a des propriétés magnétiques analogues à celles d'un aimant. – Savoir qu'une aiguille aimantée pointe vers le pôle magnétique qui est approximativement le pôle nord géographique. 	<p>L'élève sait qu'un aimant attire le fer et ses alliages mais pas le cuivre, ni l'aluminium.</p> <p>L'élève, avec une boussole ou un autre aimant dont les pôles sont repérés, identifie les pôles d'un aimant.</p>

Classe de troisième

Mouvement

En classe de quatrième, l'élève caractérise le mouvement d'un point par sa trajectoire et sa vitesse, toujours entendue comme une vitesse moyenne évaluée entre 2 instants. L'élève connaît et utilise la relation mathématique liant la vitesse d'un point d'un objet à la distance et à la durée nécessaire pour parcourir cette distance.

En classe de troisième, l'élève apprend à représenter la vitesse d'un point par un vecteur. Il relie les caractéristiques du vecteur vitesse au mouvement de ce point.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none">– Caractériser la vitesse d'un point par un vecteur.– Caractériser le vecteur vitesse dans le cas de mouvements rectiligne et circulaire uniforme.	<p>L'élève sait que le vecteur vitesse est caractérisé par sa valeur, sa direction et son sens.</p> <p>L'élève exploite des chronophotographies ou des vidéos pour représenter le vecteur vitesse d'un point d'un objet en mouvement.</p> <p>L'élève sait que :</p> <ul style="list-style-type: none">• lors d'un mouvement rectiligne la direction et le sens du vecteur vitesse ne changent pas ;• lors d'un mouvement circulaire uniforme le vecteur vitesse garde la même valeur et le même sens, mais sa direction change à tout instant ;• lors d'un mouvement quelconque la direction et la valeur du vecteur vitesse peuvent changer.

Interactions

À l'issue de la classe de quatrième, l'élève sait que le mouvement d'un objet est influencé par l'ensemble des interactions dans lesquelles cet objet est engagé. Il sait que l'action exercée sur un objet peut être modélisée par une force dont il précise les caractéristiques. Il connaît quelques propriétés des aimants.

En classe de troisième, l'élève apprend et exploite la relation mathématique liant le poids à la masse. Il comprend que les forces exercées sur un objet en équilibre se compensent.

Le principe d'inertie, ou première loi de Newton, sera abordé au lycée.

Les mesures de grandeurs physiques, poids et masse, sont particulièrement propices à l'étude de la variabilité de la mesure.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none">– Définir le poids d'un objet comme la force exercée par la Terre sur cet objet.– Connaître la direction et le sens du poids.– Connaître et exploiter littéralement la relation $P = m \times g$ entre le poids d'un	<p>L'élève sait que le poids est dirigé vers le centre de la Terre.</p> <p>L'élève fait la distinction entre le poids d'un objet et sa masse.</p> <p>L'élève utilise la relation liant le poids d'un objet à sa masse et à l'intensité de la pesanteur, pour calculer :</p> <ul style="list-style-type: none">• la valeur du poids ;• la masse de l'objet ;

<p>objet, sa masse et l'intensité de la pesanteur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • l'intensité de la pesanteur. <p><i>L'élève réalise une série de mesures pour valider une relation de proportionnalité entre le poids et la masse d'un objet et la relie à l'expression du poids.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que l'on peut représenter une force par un vecteur. – Savoir qu'un objet est à l'équilibre si la vitesse de tous les points de cet objet est nulle. – Savoir que lorsqu'un objet est en équilibre, alors la somme des vecteurs forces auxquels il est soumis est nulle. 	<p>L'élève détermine les caractéristiques d'un vecteur force à partir d'une représentation graphique.</p> <p>L'élève représente une force à l'aide d'un vecteur à partir de ses caractéristiques.</p> <p>L'élève exploite le fait que les forces agissant sur l'objet se compensent dans des situations simples d'équilibres statiques en se limitant à deux forces.</p>

L'ÉNERGIE : STOCKS, TRANSFERTS, CONVERSIONS

L'énergie est ici définie par ses propriétés de stockage, de transfert et de conservation, progressivement introduites tout au long du cycle 4. Le programme propose de distinguer dans un premier temps la notion de stock et de transfert d'énergie sur des exemples simples de systèmes mettant en jeu des transformations observables. Par la suite, les différents modes de transfert d'énergie entre deux systèmes sont explicités en introduisant la notion de puissance d'un transfert ou d'un flux d'énergie. L'électricité est présentée selon une approche énergétique permettant de donner du sens aux grandeurs de tension et d'intensité électriques introduites, et de sensibiliser les élèves aux risques électriques. Les enjeux environnementaux liés à la consommation électrique et la production d'électricité sont abordés par l'étude des convertisseurs d'énergie, notamment ceux qui permettent d'obtenir un flux d'énergie sous forme électrique suivant un processus carboné ou non. L'introduction de la loi de conservation de l'énergie permet d'effectuer des bilans quantitatifs d'énergie et d'aborder la notion de rendement d'un convertisseur, elle-même étroitement reliée à la notion d'énergie utile. Elle permet aussi d'effectuer des bilans sur d'autres systèmes, comme le système Terre-atmosphère et de faire le lien avec le réchauffement climatique.

Classe de cinquième

Stocks et transferts d'énergie

En classe de cinquième, il s'agit de poser les bases d'une analyse rigoureuse des chaînes de transfert énergétique en distinguant les notions de stock et de transfert d'énergie. L'analyse de situations concrètes que l'élève apprend à schématiser, à l'aide d'expériences diverses ou d'études documentaires, permet d'exemplifier les notions introduites. L'exemple du fonctionnement de certains objets technologiques permet d'illustrer, quant à lui, la nécessité d'un transfert d'énergie vers ces derniers depuis une source d'énergie.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none">– Savoir que tout système stocke de l'énergie, grandeur exprimée en joule.– Savoir que la variation d'énergie d'un système se traduit par une transformation observable.– Savoir que l'énergie stockée par un système ne peut changer que s'il y a un transfert d'énergie vers ou depuis ce système.	<p>L'élève interprète des situations de la vie quotidienne au cours desquelles le stock d'énergie d'un système varie.</p> <p>À partir d'un document, l'élève identifie les caractéristiques physiques ou chimiques (température, vitesse, altitude, composition chimique) qui peuvent varier lorsqu'un système donne ou reçoit de l'énergie.</p> <p>L'élève connaît et compare quelques ordres de grandeurs de l'énergie mise en jeu dans des situations courantes où le stock d'énergie d'un système varie (élévation d'une hauteur connue d'un objet de masse connue, décharge d'une pile de capacité connue, élévation de température d'un certain volume d'eau à température ambiante jusqu'à l'ébullition, augmentation de la vitesse d'un véhicule, etc.).</p>
<ul style="list-style-type: none">– Savoir que le fonctionnement de la plupart des objets technologiques requiert un transfert d'énergie vers l'objet.	<p>L'élève identifie l'origine de l'énergie reçue par un objet technologique (voiture thermique, trottinette électrique, téléviseur, etc.).</p> <p>L'élève sait que la consommation en énergie d'un objet technologique est l'énergie qui doit lui être transférée pour assurer son fonctionnement, pour une utilisation donnée.</p>
<ul style="list-style-type: none">– Définir une source d'énergie et citer des exemples de la vie courante (pile	<p>L'élève sait qu'une source d'énergie est un système dont le stock d'énergie diminue lorsqu'il fournit de l'énergie.</p>

électrique, système subissant une combustion, Soleil).

Électricité

Au cycle 3, l'élève réalise des circuits électriques simples à une seule boucle, notamment pour identifier le caractère conducteur ou isolant d'un matériau. Il sait que l'inversion des composants dans de tels circuits électriques ne modifie pas leur fonctionnement et il découvre leur représentation schématique normalisée.

En classe de cinquième, l'élève explore le fonctionnement des circuits électriques simples : il maîtrise leur représentation schématique normalisée et apprend à distinguer les associations en série et en dérivation. Il comprend que le fonctionnement d'un dipôle se caractérise par la tension électrique à ses bornes et par l'intensité du courant électrique qui le parcourt. Il est également sensibilisé aux risques électriques et aux moyens de s'en protéger.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none">Reconnaître si une boucle de courant est ouverte ou fermée.Utiliser la représentation schématique normalisée d'un circuit électrique.Identifier, dans un circuit électrique, des dipôles associés en série et des dipôles associés en dérivation.	<p>L'élève met en œuvre un protocole expérimental simple visant à réaliser un circuit électrique avec des dipôles usuels : générateurs (piles), récepteurs (lampes, moteurs).</p> <p>L'élève exploite les symboles normalisés de dipôles électriques usuels.</p> <p>L'élève réalise des circuits pour lesquels les dipôles sont associés en série ou en dérivation.</p> <p>L'élève compare les propriétés de circuits pour lesquels les lampes sont associées en série ou en dérivation.</p>
<ul style="list-style-type: none">Savoir que l'existence d'un courant électrique dans une portion de circuit nécessite que celle-ci soit insérée dans une boucle de courant fermée comportant également un générateur.Savoir que le fonctionnement d'un dipôle est caractérisé par la tension électrique à ses bornes (en volt) et par l'intensité du courant électrique qui le parcourt (en ampère).Connaître et exploiter l'unicité de l'intensité dans un circuit constitué uniquement de dipôles associés en série.	<p>L'élève sait que la tension électrique aux bornes d'un dipôle (valeur en volt) se mesure avec un voltmètre, connecté en dérivation.</p> <p>L'élève sait que l'intensité du courant électrique qui circule dans un dipôle (valeur en ampère) se mesure avec un ampèremètre, connecté en série.</p> <p>Dans un circuit constitué uniquement de dipôles associés en série, l'élève constate expérimentalement, que :</p> <ul style="list-style-type: none">la valeur de l'intensité du courant électrique est la même en tout point d'un circuit ;la valeur de l'intensité du courant électrique ne dépend pas de la place des différents dipôles dans le circuit ;la valeur de la tension électrique mesurée aux bornes d'un dipôle ne dépend pas de sa place dans le circuit. <p>L'élève sait que l'appareil de mesure ne fournit qu'une valeur approchée et engage une réflexion sur la notion d'incertitude de mesures.</p>
<ul style="list-style-type: none">Connaître des dangers liés à l'électricité et savoir s'en prémunir.	<p>L'élève respecte les règles de sécurité électrique lors des manipulations.</p>

	<p>L'élève est sensibilisé aux risques électriques domestiques. En particulier, il sait que la tension électrique de 230 V aux bornes des prises électriques présente un danger alors que ce n'est pas le cas de la tension électrique aux bornes des piles, généralement inférieure à 12 V.</p> <p>L'élève identifie une situation de court-circuit et sait en expliquer les risques.</p> <p>Il connaît un dispositif de protection des risques électriques (prise de terre).</p>
--	--

Classe de quatrième

Puissance d'un transfert d'énergie entre deux systèmes

En fin de cinquième, l'élève distingue la notion de stock d'énergie d'un système de celle de transfert d'énergie vers ou depuis un système. Il sait que le fonctionnement de certains objets technologiques nécessite un transfert d'énergie depuis une source.

En classe de quatrième, les différents modes de transfert d'énergie entre deux systèmes sont introduits : par électricité, transfert thermique, rayonnement et par action mécanique. L'élève est sensibilisé au fait qu'un transfert d'énergie prend du temps et s'effectue toujours selon une certaine durée, ce qui permet de définir la puissance d'un transfert. La notion de flux d'énergie est introduite lorsque qu'un transfert d'énergie s'effectue de manière continue.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Connaître les principaux modes de transfert d'énergie entre deux systèmes : <ul style="list-style-type: none"> • transfert électrique ; • transfert thermique ; • transfert par rayonnement ; • transfert par action mécanique. 	<p>Dans une situation donnée, l'élève est capable d'identifier le ou les modes de transfert d'énergie mis en jeu.</p> <p>L'élève sait qu'un transfert électrique d'énergie peut se produire entre deux systèmes appartenant à un même circuit électrique.</p> <p>L'élève sait qu'un transfert d'énergie par transfert thermique se produit quand les deux systèmes ne sont pas à la même température. Il sait que le transfert s'effectue du système de température la plus élevée vers le système de température la plus basse.</p> <p>L'élève sait qu'un transfert d'énergie par rayonnement (aussi appelé transfert radiatif) s'effectue lorsqu'un système émet un rayonnement et que l'autre l'absorbe. Il sait que c'est sous cette forme que le Soleil transfère de l'énergie à la Terre. Il sait également que la Terre émet de l'énergie vers l'espace par le biais d'un rayonnement invisible pour l'œil humain.</p> <p>L'élève sait qu'un transfert d'énergie par action mécanique se produit lorsque la vitesse ou l'altitude d'un objet change par interaction avec un autre système.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir qu'un transfert d'énergie prend du temps. – Connaître et exploiter la relation liant la puissance du transfert, l'énergie transférée et la durée du transfert 	<p>L'élève sait que tout transfert d'énergie peut être caractérisé par une puissance, dont la valeur est exprimée en watt, et calculée en divisant la valeur de l'énergie transférée, exprimée en joule, par la valeur de la durée, exprimée en seconde, nécessaire à ce transfert.</p>

$(P = E/t)$, exprimées dans les unités adéquates.	Il établit qu'un transfert d'énergie donné prend moins de temps quand la puissance du transfert est plus grande.
– Utiliser la notion de flux d'énergie.	<p>L'élève sait que certains dispositifs (lampe allumée, radiateur en fonctionnement, etc.) peuvent transférer de l'énergie de manière continue et que l'on décrit ce transfert comme un flux d'énergie. Il sait que la valeur de la puissance exprimée en watt est égale à la valeur de l'énergie, exprimée en joule, transférée par seconde dans un tel flux.</p> <p>L'élève connaît des ordres de grandeur de puissances associées à des transferts d'énergie utiles dans la vie quotidienne (éclairage, chauffage, rayonnement solaire reçu sur Terre par unité de surface, etc.).</p>

Puissance électrique

À la fin de la classe de cinquième, l'élève maîtrise la représentation schématique normalisée d'un circuit électrique, distingue les associations en série et en dérivation, et mesure des valeurs d'intensité et de tension électriques.

En classe de quatrième, il découvre la notion de puissance électrique, en lien avec l'étude plus générale de la puissance d'un transfert d'énergie entre deux systèmes. Il mobilise les acquis de la classe de cinquième pour mesurer indirectement, dans un circuit électrique, des valeurs de puissance, et constate que la puissance fournie par le générateur correspond à la somme des puissances reçues par les dipôles.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et exploiter la relation permettant de calculer la puissance électrique transférée entre deux dipôles ($P = U \times I$), en utilisant les unités adaptées. – Savoir que, dans un circuit, la puissance fournie par le générateur est égale à la somme des puissances reçues par les dipôles. 	<p>L'élève calcule la valeur de la puissance électrique (exprimée en watt) reçue ou fournie par un dipôle en multipliant la valeur de la tension électrique, exprimée en volt, et la valeur de l'intensité, exprimée en ampère.</p> <p><i>L'élève constate expérimentalement par des mesures d'intensités et de tensions électriques que, dans un circuit électrique, la puissance fournie par le générateur est égale à la somme des puissances reçues par chacun des autres dipôles.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> – Comprendre que l'association de nombreux appareils en dérivation sur le secteur peut conduire à une surintensité. 	<p>L'élève constate expérimentalement qu'à tension constante, ajouter des récepteurs en dérivation dans un circuit augmente la puissance fournie par le générateur.</p> <p>L'élève est sensibilisé aux dangers de l'utilisation incontrôlée des multiprises sans précaution et à l'intérêt des dispositifs de protection.</p>

Classe de troisième

Conversions d'énergie : enjeux environnementaux de la production d'électricité et de la consommation électrique

En fin de classe de quatrième, l'élève identifie les différents modes de transfert d'énergie entre deux systèmes et il connaît la notion de puissance. Il exploite la relation permettant de calculer la puissance électrique transférée entre deux dipôles.

En classe de troisième, les convertisseurs d'énergie sont introduits, notamment l'alternateur et la cellule photovoltaïque qui permettent d'interpréter la « production » d'électricité comme l'obtention d'un flux d'énergie sous forme électrique à partir d'un flux d'une autre nature. La représentation schématique d'une chaîne de transfert énergétique est un objectif d'apprentissage.

L'élève identifie les modes d'obtention carbonés d'un flux d'énergie sous forme électrique et il connaît différentes ressources primaires en énergie, renouvelables ou non. Les notions de flux d'énergie utile et de rendement d'un convertisseur sont introduites. À l'aide de la loi de conservation de l'énergie, des bilans énergétiques sont effectués.

En classe de troisième, l'élève conduit un calcul de consommation électrique relatif à une situation de la vie courante et il est sensibilisé aux enjeux d'économies d'énergie pour développer des comportements responsables.

Le réchauffement climatique global est interprété à l'aide d'un bilan d'énergie effectué sur le système Terre-atmosphère.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none">– Caractériser un convertisseur d'énergie.– Connaître les principaux dispositifs qui permettent d'obtenir un flux d'énergie sous forme électrique à partir d'un flux d'autre nature : alternateur et cellule photovoltaïque.	<p>L'élève sait qu'un convertisseur d'énergie est un système qui reçoit et fournit de l'énergie selon des modes de transfert qui peuvent être différents et qu'il identifie. L'élève connaît les conversions réalisées par un alternateur et une cellule photovoltaïque.</p> <p>L'élève interprète la « production » d'électricité comme une suite de conversions et de transferts d'énergie, aboutissant à un flux d'énergie sous forme électrique dans le réseau de distribution.</p>
<ul style="list-style-type: none">– Distinguer qualitativement des ressources primaires en énergie selon qu'elles sont renouvelables ou non renouvelables.– Identifier les modes carbonés et non carbonés d'obtention d'un flux d'énergie sous forme électrique.	<p>L'élève cite différentes ressources primaires en énergie : Soleil, eau en mouvement, vent, pétrole, bois, charbon, dihydrogène, combustible nucléaire (uranium), etc. Il précise, pour chacune, si elle est renouvelable ou non à l'échelle temporelle de la vie humaine. Il sait que les ressources primaires en énergie non renouvelables sont en quantité finie sur Terre.</p> <p>L'élève identifie les modes d'obtention d'un flux d'énergie sous forme électrique mettant en jeu une combustion produisant du dioxyde de carbone CO₂.</p>
<ul style="list-style-type: none">– Représenter schématiquement une chaîne de transfert énergétique.	<p>L'élève représente schématiquement une chaîne énergétique modélisant une situation de la vie quotidienne : lampe allumée, moteur électrique en fonctionnement, résistance chauffante, etc. Il identifie les stocks d'énergie, l'environnement, les convertisseurs, les flux d'énergie, leur sens et le mode de transfert associé.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et exploiter la relation permettant de calculer l'énergie transférée à un appareil électrique ($E = P \times t$). 	<p>L'élève relie l'énergie transférée à un appareil électrique à la puissance électrique et à la durée d'utilisation de cet appareil. Il calcule la valeur de cette énergie en mobilisant des systèmes d'unités différents (joule ou watt-seconde, kilowatt-heure).</p> <p>L'élève conduit un calcul de consommation électrique relatif à une situation de la vie courante (fonctionnement d'un appareil électrique, utilisation du numérique en particulier le recours à l'intelligence artificielle générative, etc.). Il calcule la puissance électrique reçue par un appareil électrique connaissant la valeur de la tension et de l'intensité et appliquant la relation $P = U \times I$.</p> <p>L'élève est sensibilisé aux enjeux d'économies d'énergie pour développer des comportements responsables.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et exploiter la loi de conservation de l'énergie pour réaliser un bilan. – Faire le lien entre le réchauffement climatique et un bilan d'énergie du système Terre-atmosphère. 	<p>L'élève réalise le bilan énergétique d'un système et déduit la variation d'énergie stockée connaissant l'énergie reçue et l'énergie fournie par le système.</p> <p>Il sait que le stock d'énergie d'un système qui fournit autant d'énergie qu'il en reçoit est constant.</p> <p>L'élève sait que le réchauffement climatique global actuellement observé provient du fait que le système Terre-atmosphère reçoit du Soleil plus d'énergie qu'il n'en transfère vers l'espace. Il sait que l'augmentation de l'énergie stockée par la Terre se traduit par une augmentation de sa température.</p> <p>L'élève sait que l'augmentation de la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère se traduit par une diminution de la puissance transférée par rayonnement par le système Terre-atmosphère vers l'espace.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier le flux d'énergie utile fourni par un convertisseur d'énergie. – Savoir que l'énergie utile fournie par un convertisseur est toujours inférieure à l'énergie nécessaire à son fonctionnement. – Définir le rendement d'un convertisseur d'énergie. 	<p>L'élève sait qu'un convertisseur en fonctionnement reçoit autant d'énergie qu'il en fournit.</p> <p>L'élève réalise le bilan énergétique d'un convertisseur d'énergie en fonctionnement. Il sait que l'énergie fournie par le convertisseur comporte une partie utile, car souhaitée par l'utilisateur, et une partie inutile, car inexploitable (généralement transférée à l'environnement par transfert thermique).</p> <p>L'élève sait que le rendement correspond au rapport entre l'énergie utile obtenue et l'énergie totale initialement impliquée.</p>

ONDES ET SIGNAUX

Au cycle 3, l'élève identifie des objets transparents, opaques à la lumière ou translucides. Il produit et interprète des ombres en lien avec la position des objets opaques et des sources lumineuses.

Au cycle 4, il s'agit d'enrichir les notions en introduisant l'étude des signaux sonores et des signaux lumineux, puis celle des ondes qui permettent la transmission de ces signaux. L'élève exploite alors la relation entre vitesse, distance et durée (en introduction ou en réinvestissement si elle a été vue dans la partie « Mouvement et interactions »). Il découvre que ces ondes peuvent se réfléchir sur certains objets, et que la mesure d'une durée, entre l'émission et la réception d'une onde, est à la base des dispositifs de télémétrie. Il comprend également qu'observer les objets lointains, notamment les astres, fournit des informations sur leur état dans le passé.

Classe de cinquième

Signaux sonores

L'étude des sons ne figure pas au programme du cycle 3. En classe de cinquième, l'élève découvre les grandeurs associées à la perception des signaux sonores, telles que la fréquence et le niveau d'intensité sonore. Il est sensibilisé aux risques pour la santé liés aux sons d'intensité sonore élevée.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none">– Savoir qu'un signal sonore est notamment caractérisée par sa fréquence (exprimée en hertz) et son niveau d'intensité sonore (exprimé en décibel).– Connaître les domaines de fréquence des sons audibles par l'oreille humaine, des infrasons et des ultrasons.– Relier qualitativement la fréquence d'un son audible à sa hauteur.	<p>L'élève sait que plus la fréquence d'un son audible est élevée, plus ce son est aigu, et inversement.</p> <p>L'élève représente et exploite le spectre en fréquences des signaux sonores (infrasons, sons audibles, ultrasons).</p> <p>L'élève sait que l'oreille humaine est capable d'entendre les sons caractérisés par des fréquences approximativement comprises entre 20 Hz et 20 kHz.</p> <p>L'élève connaît quelques ordres de grandeur du niveau d'intensité sonore de quelques situations de la vie courante.</p> <p>Il est sensibilisé aux risques liés aux sons d'intensité sonore élevée : risques auditifs et, plus globalement, risques pour la santé.</p>

Signaux lumineux

À la fin du cycle 3, l'élève distingue les objets transparents des objets opaques. Il utilise un objet opaque pour produire une ombre et différencier ombre propre et ombre portée. Il est également en mesure de produire des ombres et de relier leur position et leur taille à celles de la source lumineuse et de l'objet.

En classe de cinquième, l'élève explore les notions de source lumineuse et de propagation rectiligne dans un milieu homogène et transparent. Il exploite le modèle du rayon lumineux pour expliquer des phénomènes d'ombres.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Distinguer une source primaire de lumière d'un objet diffusant. – Savoir que la lumière se propage en ligne droite dans le vide et dans les milieux homogènes et transparents. – Modéliser la propagation de la lumière par le modèle du rayon lumineux et utiliser ce modèle. – Savoir qu'il existe des signaux lumineux invisibles à l'œil nu. 	<p>L'élève distingue les sources primaires de lumière et les objets diffusants rencontrés dans la vie courante.</p> <p>L'élève observe expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans l'air (ou dans un milieu homogène transparent). Il utilise le modèle du rayon lumineux, par exemple pour expliquer des phénomènes d'ombres, en particulier les éclipses.</p> <p>L'élève est sensibilisé aux risques d'emploi de certaines sources lumineuses (laser par exemple).</p> <p>L'élève sait que certains animaux perçoivent des signaux lumineux auxquels l'œil humain n'est pas sensible. Il connaît l'existence de caméras permettant de détecter des signaux invisibles pour l'œil humain.</p>

Classe de quatrième

Des ondes pour propager des signaux

En classe de quatrième, l'élève découvre que la transmission des signaux sonores et lumineux étudiés en classe de cinquième s'appuie sur la propagation d'une onde. Il constate que la propagation d'une onde ne peut être instantanée, et étudie les différences qui existent entre la propagation des ondes sonores et celle des ondes lumineuses.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que la transmission d'un signal s'appuie sur la propagation d'une onde. – Savoir que la propagation d'une onde s'effectue sans transport de matière. – Savoir que la propagation d'une onde n'est pas instantanée et qu'elle implique un retard. 	<p>L'élève observe des propagations d'ondes et comprend qu'elles se font sans transport de matière.</p> <p>L'élève comprend que la propagation d'une onde implique un retard entre le signal émis et le signal reçu, en observant des phénomènes ondulatoires de différentes natures.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Connaître et utiliser la relation $v = \frac{d}{t}$ liant la vitesse de propagation d'une onde, la distance et la durée de propagation. 	<p>L'élève calcule, dans l'unité appropriée, la valeur de la vitesse de propagation d'une onde en mesurant la distance parcourue par une onde et la durée nécessaire pour parcourir cette distance.</p> <p>L'élève utilise la relation qui lie la vitesse de propagation d'une onde à la distance parcourue par cette onde et à la durée nécessaire pour parcourir cette distance, pour calculer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la distance parcourue pendant une durée donnée ; • la durée nécessaire pour parcourir une distance donnée ; • la valeur d'une vitesse de propagation à partir des données nécessaires.

	<i>L'élève relie distances et durées de propagation en s'appuyant sur des mesures expérimentales.</i>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que les ondes sonores se propagent uniquement dans les milieux matériels alors que les ondes lumineuses peuvent se propager dans le vide et dans les milieux transparents. – Connaître, en ordre de grandeur, les valeurs de la vitesse de propagation du son dans l'air et de la lumière dans le vide. 	<p>L'élève interprète l'expérience de la cloche à vide.</p> <p>L'élève sait qu'en astronomie, l'observation des astres est possible depuis la Terre ou depuis l'espace grâce à la propagation des ondes lumineuses dans le vide.</p> <p>Il comprend les décalages de perceptions sonore et visuelle de certains phénomènes de la vie quotidienne (éclair et tonnerre, feu d'artifice, etc.). Il calcule la distance approximative d'un éclair à partir du délai de propagation des ondes sonores créées par l'éclair.</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir qu'aucun signal ne peut se propager à une vitesse supérieure à celle de la vitesse de la lumière dans le vide. 	<p>(*) L'élève sait qu'une des hypothèses de base de la physique est le fait qu'aucun signal ne peut se propager à une vitesse supérieure à celle de la vitesse de la lumière dans le vide. Il sait que cette hypothèse est due aux travaux d'Albert Einstein au début du XX^{ème} siècle.</p>

Classe de troisième

Des signaux pour mesurer

En classe de quatrième, l'élève comprend que la relation entre la vitesse de propagation d'une onde, la distance parcourue et la durée permet, par la mesure d'un intervalle de temps, de déterminer une distance. En classe de troisième, cette approche est enrichie par la découverte de dispositifs de télémétrie.

Une attention particulière est portée à la transmission des signaux en cosmologie, afin que l'élève établisse un lien entre la distance d'un objet céleste et le temps mis par la lumière pour nous parvenir. Il comprend alors qu'un objet lointain est observé tel qu'il était au moment où la lumière a été émise.

Objectifs d'apprentissage	Exemples de réussite
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que les ondes peuvent se réfléchir sur certains objets. – Exploiter la propagation des signaux pour déterminer des distances. 	<p>L'élève détermine des distances à partir de dispositifs de télémétrie (écholocation, sonar, échographie, radar de recul, mesure de la distance Terre-Lune).</p>
<ul style="list-style-type: none"> – Savoir que l'année-lumière est une unité de distance. – Comprendre que voir loin, c'est voir dans le passé. 	<p>L'élève sait que l'année-lumière est la distance parcourue dans le vide par la lumière durant une année. Il calcule la valeur d'une année-lumière, dans une unité usuelle de distance.</p> <p>L'élève sait que lorsqu'on analyse la lumière en provenance d'un astre lointain, cette lumière a été émise il y a longtemps. Plus l'objet est lointain, plus la lumière analysée a été émise dans le passé.</p> <p>L'élève comprend que pour étudier l'histoire de l'Univers, il est nécessaire d'observer des objets cosmiques à différentes distances.</p>