

Enseignement scientifique du tronc commun – classe de première

I – PRÉAMBULE

Toujours à la recherche de plus de vérité dans sa lecture du monde, la science est une immense et poétique épopée de l'esprit, ne cessant de vouloir comprendre pour savoir et comprendre pour faire. Dévoilant au fil des siècles l'organisation du monde, son fonctionnement et ses lois, elle transforme la vision que, dans toute culture, les humains se font d'eux-mêmes et de leur place dans l'univers. S'inscrivant dans la diversité des cultures mais atteignant l'universel, elle propose aujourd'hui un grand récit de la nature, récit toujours plus vaste et pourtant inachevé dont la trame, ici esquissée, est partageable avec chacun. Toute la variété des disciplines de la science se déploie dans ce récit. **Quel dommage pour ceux et celles qui, en l'ignorant, se priveraient d'un regard instruit sur la beauté du monde et sur leur place en son sein !**

Partout sur la Terre, sciences et techniques ne cessent de transformer les sociétés et les conditions de vie des êtres humains, désormais dotés d'outils d'une immense puissance. Que de progrès, trop inégalement partagés encore, dans l'alimentation, la santé, la communication, les transports ! Cette puissance agit désormais, parfois dangereusement, à l'échelle de la Terre entière : nous modifions le climat ; nos déchets s'accumulent, les ressources naturelles s'appauvrissent, la diversité du vivant est menacée. Si l'espèce humaine n'est pas la première forme de vie à modifier fortement la planète, c'est la première qui s'en soucie. Devant ces impacts majeurs, que faire ? Comprendre rationnellement avec l'apport de la science, considérer les valeurs humaines en jeu, enfin éclairer les choix par une réflexion éthique. **Chacun, acteur responsable, participe alors aux prises de décisions, individuelles et collectives, locales ou globales, qui façonneront l'héritage transmis aux générations à venir.**

L'immense édifice de la science se construit par des méthodes qui lui sont propres. Observant, questionnant les causes et les effets, la science crée des concepts universels pour dire le monde, des unités pour le mesurer, des lois pour en traduire les régularités. En se confrontant à des idées ou des faits nouveaux, le savoir s'approfondit sans cesse. Les instruments, offerts par de nouvelles techniques, prolongent à l'extrême nos sens. Ainsi nourrie par la curiosité, l'imagination, l'intuition et la raison, l'idée que nous nous faisons du monde se transforme, parfois à rebours d'évidences trop simples au-delà desquelles le scientifique ose s'aventurer. Chacun, à son niveau, peut savourer ce grand récit, admirer l'histoire de son élaboration, construire une confiance raisonnée dans sa vérité. **En pratiquant la science, chacun développe son intelligence, sa curiosité, sa raison, son humilité devant les faits et les idées, son savoir, en un mot fait grandir sa stature humaine.**

Ce programme d'enseignement scientifique ne vise pas à construire un savoir encyclopédique détaillé. Il cherche plutôt à atteindre trois buts :

- contribuer à faire de chaque élève une personne lucide, consciente de ce qu'elle est, de ce qu'est le monde et de ce qu'est sa relation au monde ;
- contribuer à faire de chaque élève un citoyen ou une citoyenne responsable, qui connaît son impact sur le monde et dispose des outils nécessaires au contrôle de cet impact ;
- contribuer au développement en chaque élève d'un esprit rationnel, autonome et éclairé, capable d'exercer une analyse critique face aux fausses informations et aux rumeurs.

II – PROGRAMME

Pour atteindre les objectifs définis en préambule, ce programme précise d'une part des objectifs généraux de formation et présente d'autre part un ensemble d'objectifs thématiques dont les contenus sont largement interdisciplinaires.

Les premiers ont pour but d'aider les élèves à cerner ce que la connaissance scientifique a de spécifique, dans ses pratiques, dans ses méthodes d'élaboration et dans ses enjeux sociétaux. Les objectifs thématiques visent à consolider la culture scientifique des élèves tout en leur fournissant les éléments d'une pratique autonome du raisonnement scientifique dans des contextes variés.

Ces deux aspects sont complémentaires. Les professeurs décident comment satisfaire aux objectifs de formation générale en traitant les contenus de chaque thème. Ils doivent veiller à respecter un juste équilibre entre ces deux composantes de l'enseignement.

Les objectifs généraux de formation et les suggestions pédagogiques qui suivent concernent les deux années du cycle terminal dont les programmes constituent un ensemble cohérent.

A – Objectifs généraux de formation

Ces objectifs constituent un but principal de l'enseignement scientifique. Il s'agit de développer des compétences générales par la pratique de la réflexion scientifique. Le plus souvent, ces compétences ne sont pas spécifiques de tel ou tel thème particulier. C'est pourquoi ils sont ainsi placés « en facteur » de l'ensemble du programme. Il constitue une dimension essentielle de l'enseignement scientifique et ne doivent en aucun cas être négligés au profit du seul descriptif thématique. Ils sont regroupés autour de trois idées, qui ne sont d'ailleurs pas totalement indépendantes.

- **Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration**

Le savoir scientifique résulte d'une construction rationnelle. Il se distingue d'une croyance ou d'une opinion.

Il s'appuie sur l'analyse de faits extraits de la réalité complexe ou produits au cours d'expériences. Il cherche à expliquer la réalité par des causes matérielles.

Le savoir scientifique résulte d'une longue construction collective jalonnée d'échanges d'arguments, de controverses parfois vives. C'est lentement qu'une certitude raisonnable s'installe et se précise, au gré de la prise en compte de faits nouveaux, souvent en lien avec les progrès techniques. Ce long travail intellectuel met en jeu l'énoncé d'hypothèses dont on

tire des conséquences selon un processus logique. Ces modalités sont d'ailleurs en partie variables selon les disciplines concernées.

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, il s'agit donc, en permanence, d'associer l'acquisition de quelques savoirs et savoir-faire exigibles à la compréhension de leur nature et de leur construction.

- **Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques**

Le scientifique, au cours de son activité de production du savoir, met en œuvre un certain nombre de pratiques qui, si elles ne sont pas spécifiques de son travail, en sont néanmoins des aspects incontournables.

Quelques mots-clés permettent de les présenter : observer, décrire, mesurer, quantifier, calculer, imaginer, modéliser, simuler, raisonner, prévoir le futur ou remonter dans le passé.

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, il s'agit, chaque fois que l'on met en œuvre une authentique pratique scientifique, de l'explicitier et de prendre conscience de sa nature.

- **Identifier et comprendre les impacts de la science sur les sociétés**

Les sociétés modernes sont profondément transformées par la science et ses applications technologiques. Ainsi se trouvent conditionnés l'alimentation (agriculture et agroalimentaire), la santé (médecine), les communications (transports, échange d'information), l'apprentissage et la réflexion (intelligence artificielle), la maîtrise des risques naturels et technologiques, la protection de l'environnement, etc.

La compréhension de ces transformations est indispensable pour alimenter une prise de décision, mettant en balance l'approche purement scientifique et d'autres (économiques, éthiques, etc.).

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, il s'agit de faire comprendre à chacun en quoi la culture scientifique est aujourd'hui indispensable pour saisir l'évolution des sociétés et agir sur elle.

B – Suggestions pédagogiques

Si les objectifs généraux ou particuliers sont clairement identifiés dans le programme, la manière de les atteindre relève entièrement de la liberté pédagogique du professeur ou de l'équipe de professeurs. Ce paragraphe ne limite nullement cette liberté pédagogique ni n'en canalise l'expression. Il s'agit de faire remarquer que certains objectifs sont particulièrement faciles à atteindre si l'on met, ici ou là, en œuvre certaines pratiques.

- **Un enseignement en prise avec le réel complexe**

Le scientifique rend intelligible le monde en déchiffrant la réalité complexe, dont il extrait des éléments étudiables et dont il élucide les interactions. Il sera bon de saisir une ou des occasion(s) de montrer néanmoins la complexité du réel lui-même. Une manière privilégiée de le faire consiste à travailler hors des murs de la classe ou de l'établissement (terrain naturel, laboratoire, entreprise, musée, etc.).

La prise en compte de la complexité impose aussi le croisement des approches de plusieurs disciplines ce qui se traduit par le caractère interdisciplinaire de cet enseignement (y compris en dehors du champ scientifique). La rubrique *Histoire, enjeux, débats* offre des occasions de collaborations variées.

- **Une place réservée à l'observation et l'expérience en laboratoire**

Si des études documentaires sont souvent utilisables, la mise en activité des élèves est essentielle. En particulier, il sera bon, chaque fois que possible, de créer les conditions permettant un travail de laboratoire fondé sur diverses formes de manipulations. L'élève pourra ainsi se livrer lui-même à la confrontation entre faits et idées et comprendre, en la pratiquant, la construction du savoir scientifique.

- **Une place importante pour l'histoire raisonnée des sciences**

L'une des manières de comprendre comment se construit le savoir scientifique est de retracer le cheminement effectif de sa construction au cours de l'histoire des sciences. Il ne s'agit pas de pratiquer une démarche donnant à l'élève l'illusion qu'il trouve en quelques minutes ce qui a demandé le travail de nombreuses générations de chercheurs, mais plutôt, en se focalisant sur un petit nombre d'étapes bien choisies de l'histoire des sciences, de comprendre le rôle clé joué par certaines découvertes. Le rôle prépondérant joué parfois par tel ou tel chercheur sera souligné. Ce sera aussi l'occasion de montrer que l'histoire du savoir scientifique est une aventure humaine. Des controverses, parfois dramatiques, agitent la communauté scientifique. Ainsi, peu à peu, le savoir progresse et se précise.

- **Un usage explicite des outils numériques**

Des outils numériques variés sont utilisables dans le cadre de l'enseignement scientifique : logiciels de calcul ou de simulation, environnements de programmation, logiciels tableurs, etc. Il convient d'associer leur usage par les élèves à la compréhension au moins élémentaire de leur nature et de leur fonctionnement.

C – Objectifs thématiques

La suite du programme se présente comme une succession de thèmes. Sa structure est explicitée ci-dessous.

Chaque thème ou sous-thème est introduit par un court texte qui précise son esprit général et le replace dans le cadre du savoir scientifique et de ses implications. Cette introduction est donc plus large que ce qui est effectivement attendu.

La rubrique *Histoire, enjeux, débats* liste d'une part des dimensions historiques importantes et d'autre part des liens entre le thème et quelques questions socialement vives (économiques, éthiques, etc.). Il est demandé que dans chaque thème, la manière d'aborder les attendus fasse une place à au moins l'un des items de cette liste. Par exemple, on pourra choisir de traiter un point selon une démarche historique, ou mettre l'accent sur ses implications éthiques, etc.

Une disposition en colonnes indique des savoirs et savoir-faire exigibles. Ce sont des objectifs précisément identifiés (notamment en vue de l'évaluation). Ils laissent au professeur ou à l'équipe de professeurs toute latitude pour construire la démarche. Cette double colonne indique les attendus spécifiques des thèmes. L'objectif de l'enseignement est à la fois de construire ces attendus, de former l'esprit et d'atteindre les objectifs généraux listés plus haut.

Les rubriques *Prérequis et limites* et *Liens* précisent l'articulation entre l'enseignement scientifique de tronc commun et les autres enseignements. Elles montrent comment sont remobilisés des acquis des classes antérieures et indiquent les relations possibles avec des enseignements de spécialités scientifiques ou d'autres enseignements. Des limites sont explicitées pour préciser les exigences du programme.

1 – Une longue histoire de la matière

L'essentiel de la matière constituant notre corps et notre entourage est passée par l'intérieur d'une étoile. Ainsi, constitutive de l'univers depuis la nuit des temps, partout régie par les mêmes lois universelles qui heurtent parfois le sens commun et que les mathématiques expriment puissamment, la matière existe en prenant tant de formes diverses, qui s'assemblent, s'échangent et se transforment les unes dans les autres. Interagissant à distance par la force de gravitation, la masse des objets matériels s'agglomère en étoiles ou planètes. Quarks s'assemblant en protons et neutrons, eux-mêmes liés au sein des noyaux et s'associant aux électrons pour former les atomes, puis atomes formant les molécules et les cristaux, ces édifices représentent des stades d'organisation progressive, le plus souvent stable mais parfois fugitive. Avec la vie, aujourd'hui connue sur la seule Terre, l'organisation augmente en complexité dans la cellule et ses mécanismes, source de nouveauté et de la riche diversité des êtres vivants. Aux combinaisons naturelles infinies que révèlent les structures matérielles et dont témoignent les roches, le bois ou les espèces animales, l'humanité pour son usage en ajoute une infinité d'autres : aciers et polymères, nano-fibres et médicaments. Dans l'univers comme sur Terre, selon la température, toute matière se présente sous forme de plasma, de gaz, de liquide désordonné ou de solide, faisant la diversité des étoiles, des paysages terrestres, de l'usine chimique ou de la centrale nucléaire.

Histoire, enjeux et débats

De Fraunhofer à Bethe : les éléments dans les étoiles.

Hooke, Schleiden et Schwann : de la découverte de la cellule à la théorie cellulaire.

Becquerel : la découverte de la radioactivité.

Industrie des métaux et du verre.

1.1 Un niveau d'organisation : les éléments chimiques

L'immense diversité de la matière dans l'univers se décrit à partir d'un petit nombre de particules élémentaires et minuscules, stables ou s'échangeant entre elles. Capables d'interactions, elles peuvent s'organiser en édifices qui sont les atomes : une centaine d'éléments à l'identité et aux propriétés spécifiques, régis par des lois simples qui pourtant ne sont pas celles de notre monde macroscopique. Du passé

de l'univers au cœur ou aux explosions des étoiles, enfin dans les réacteurs nucléaires, ces atomes se transforment. Certains, instables, ne durent qu'un instant, d'autres des millions d'années.

Savoirs	Savoir-faire
<p>Les noyaux des atomes de la centaine d'éléments chimiques stables résultent de réactions nucléaires qui se produisent au sein des étoiles à partir de l'hydrogène initial. La matière connue de l'univers est formée principalement d'hydrogène et d'hélium alors que la Terre est surtout constituée d'oxygène, d'hydrogène, de fer, de silicium, de magnésium et les êtres vivants de carbone, hydrogène, oxygène et azote.</p>	<p>Produire et analyser différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques (proportions) dans l'univers, la Terre, les êtres vivants.</p> <p>L'équation d'une réaction nucléaire stellaire étant fournie, reconnaître si celle-ci relève d'une fusion ou d'une fission.</p>
<p>Certains noyaux sont instables et se désintègrent (radioactivité). La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux d'un échantillon macroscopique se soit désintégrée. Cette demi-vie est caractéristique du noyau radioactif. Un noyau radioactif individuel se désintègre à un instant aléatoire.</p>	<p>Calculer le nombre de noyaux restants au bout de n demi-vies Estimer la durée nécessaire pour obtenir une certaine proportion de noyaux restants. Utiliser une représentation graphique pour déterminer une demi-vie. Utiliser une décroissance radioactive pour une datation (exemple du carbone 14).</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>Les notions, déjà connues, de noyaux, d'atome, d'élément chimique et de réaction nucléaire sont remobilisées. Il s'agit de montrer l'évolution de la matière au cours de l'histoire de l'univers. Aucune connaissance n'est exigible sur les différents types de radioactivité.</p> <p>L'évolution du nombre moyen de noyaux restants se limite au cas discret mais aucun formalisme sur la notion de suite n'est exigible.</p> <p>La fonction exponentielle ne fait pas partie des connaissances attendues.</p> <p>Liens</p> <p>Spécialité mathématique : suite numérique, fonction exponentielle Spécialité physique-chimie : radioactivité et loi de décroissance Spécialité SVT : radiochronologie</p>	
<p>1-2 Des édifices ordonnés : les cristaux</p> <p><i>Les atomes peuvent à leur tour s'organiser en édifices stables de grande taille, caractérisés par une extrême régularité géométrique, qui entraîne des propriétés mécaniques, optiques, électroniques, esthétiques particulières. Ces solides cristallins – diamants naturels, nacre de l'huître, silicium pour la micro-électronique – témoignent d'une forme particulière d'ordre, qui n'a pas la complexité de l'organisation du vivant.</i></p>	
Savoirs	Savoir-faire
<p>Le chlorure de sodium solide (présent dans les roches, ou issu de l'évaporation de l'eau</p>	<p>Utiliser une représentation 3D informatisée du cristal de chlorure de sodium.</p>

<p>de mer) est constitué d'un empilement régulier d'ions : c'est l'état cristallin.</p>	<p>Relier l'organisation de la maille au niveau microscopique à la structure du cristal au niveau macroscopique.</p>
<p>Plus généralement, une structure cristalline est définie par une maille élémentaire répétée périodiquement. Un type cristallin est défini par la forme géométrique de la maille, la nature et la position dans cette maille des entités qui le constituent. Les cristaux les plus simples ont une maille cubique que la géométrie du cube permet de caractériser. La position des atomes dans cette maille distingue les réseaux cubique simple et cubique à faces centrées. La structure microscopique du cristal conditionne ses propriétés macroscopiques, dont sa masse volumique.</p>	<p>Pour chacun des deux réseaux (cubique simple et cubique à faces centrées) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - représenter la maille en perspective cavalière ; - déterminer la compacité dans le cas d'atomes sphériques tangents ; - dénombrer les atomes par maille et calculer la masse volumique du cristal.
<p>Un composé de formule chimique donnée peut cristalliser sous différents types de structures qui ont des propriétés macroscopiques différentes. Ainsi les minéraux se caractérisent par leur composition chimique et leur organisation cristalline. Une roche est formée de l'association de cristaux d'un même minéral ou de plusieurs minéraux. Des structures cristallines existent aussi dans les organismes biologiques (coquille, squelette, calcul rénal ...).</p>	<p>Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche. Les identifier sur un échantillon ou une image.</p>
<p>Dans le cas des solides amorphes, l'empilement d'atomes se fait sans ordre géométrique. C'est le cas du verre. Certaines roches volcaniques contiennent du verre, issu de la solidification très rapide d'une lave.</p>	<p>Mettre en relation la structure amorphe ou cristalline d'une roche et les conditions de son refroidissement.</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>Les notions, déjà connues, de roche et de minéral sont remobilisées. L'objectif est de présenter l'organisation de la matière propre à l'état cristallin à partir d'exemples. La diversité des systèmes cristallins et des minéraux est seulement évoquée. La description de l'état cristallin est l'occasion d'utiliser les mathématiques (géométrie du cube et de la sphère, calculs de volumes, proportions) pour décrire la nature et quantifier ses propriétés.</p> <p>Liens</p> <p>Spécialité physique-chimie : interaction ionique et liaison covalente Spécialité SVT : pétrographie</p>	
<p>1-3 Une structure complexe : la cellule vivante</p>	

Une autre forme d'organisation stable des atomes est la molécule, qui en combine plusieurs, voire des milliers dans les macromolécules. Différent de celle des atomes, la combinatoire des molécules paraît presque infinie, que ce soit dans la nature ou par le talent du chimiste. À l'issue d'un processus perdu dans la nuit des temps et demeurant encore mystérieux, une forme originale d'organisation entre des millions de molécules est apparue sur Terre : la cellule, qui est l'unité élémentaire d'organisation de tous les êtres vivants.

Savoirs	Savoir-faire
<p>La découverte de l'unité cellulaire est liée à l'invention du microscope.</p> <p>L'observation de structures semblables dans de très nombreux organismes a conduit à énoncer le concept général de cellule et à construire la théorie cellulaire.</p> <p>Plus récemment, l'invention du microscope électronique a permis l'exploration de l'intérieur de la cellule et la compréhension du lien entre échelle moléculaire et cellulaire.</p>	<p>Analyser et interpréter des documents historiques relatifs à la théorie cellulaire.</p> <p>Situer les ordres de grandeur : atome, molécule, organite, cellule, organisme.</p>
<p>La cellule est un espace séparé de l'extérieur par une membrane plasmique. Cette membrane est constituée d'une bicouche lipidique et de protéines. La structure membranaire est stabilisée par le caractère hydrophile ou lipophile de certaines parties des molécules constitutives.</p>	<p>Relier l'échelle de la cellule et celle de la molécule (exemple de la membrane plasmique).</p> <p>Schématiser la membrane plasmique à partir de molécules dont les parties hydrophile/lipophile sont identifiées.</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>La notion, déjà connue, de cellule est remobilisée. Il s'agit seulement de montrer comment s'est construite la théorie cellulaire et d'illustrer l'importance des progrès techniques dans son développement.</p> <p>Les formules chimiques des molécules membranaires et la prédiction de leur caractère hydrophile/lipophile ne sont pas exigibles.</p> <p>Liens</p> <p>Spécialité physique-chimie : hydrophilie/lipophilie des molécules organiques</p> <p>Spécialité SVT : biologie cellulaire</p>	

2- Le Soleil, notre source d'énergie

Loin d'être figé au cours du temps, le monde ne cesse de se transformer. À toute échelle qu'il soit observé, mouvement et lumière s'y échangent. La matière elle-même peut surgir du néant ou y disparaître. N'y aurait-il donc rien de stable dans l'univers, qui jamais ne se perde ? L'énergie, fruit d'une lente conquête de la pensée, est universelle, insaisissable en apparence, s'habillant de formes diverses, précieuse à conquérir et à stocker ; elle se mesure et s'échange sans jamais s'évanouir, tout en parfois se dévaluant.

En agissant, travaillant ou se nourrissant, les humains eurent très tôt l'intuition de

ces échanges qu’implique toute transformation. Disponible à foison dans l’univers et sur Terre mais parfois coûteuse, transportée par la lumière dans l’espace vide depuis le Soleil, l’énergie et ses échanges règlent les mouvements et les températures, l’équilibre de la Terre et celui des cellules vivantes. Domestiquée par l’humanité, elle améliore sa vie et permet l’industrie, mais l’inégalité dans sa disponibilité, l’usage irréfléchi de ses transformations déséquilibrent l’habitat terrestre et l’humanité même.

Histoire, enjeux, débats

Repères historiques sur l’étude du rayonnement thermique (Stefan, Boltzmann, Planck, Einstein).

Le discours sur l’énergie dans la société : analyse critique du vocabulaire d’usage courant (énergie fossile, énergie renouvelable, etc.).

L’albédo terrestre : un paramètre climatique majeur.

Distinction météorologie/climatologie.

2- 1 Le rayonnement solaire

Système voguant dans l’espace, le vaisseau Terre n’y est point isolé. Au prix d’une disparition gigantesque et permanente de sa masse comme dans toute étoile, le Soleil l’inonde d’énergie sous forme d’une lumière issue de sa surface, dont la couleur traduit la température. Sur Terre, selon le lieu, l’heure et la saison, cette énergie devient disponible.

Savoirs

L’énergie dégagée par les réactions de fusion de l’hydrogène qui se produisent dans les étoiles les maintient à une température très élevée.

Du fait de l’équivalence masse-énergie (relation d’Einstein), ces réactions s’accompagnent d’une diminution de la masse solaire au cours du temps.

Comme tous les corps matériels, les étoiles et le Soleil émettent des ondes électromagnétiques et donc perdent de l’énergie par rayonnement.

Le spectre du rayonnement émis par la surface (approximativement un spectre de *corps noir*) dépend seulement de la température de surface de l’étoile.

La longueur d’onde d’émission maximale est inversement proportionnelle à la température absolue de la surface de l’étoile (loi de Wien).

La puissance radiative reçue du Soleil par une surface plane est proportionnelle à

Savoir-faire

Déterminer la masse transformée chaque seconde en énergie à partir de la puissance rayonnée par le Soleil, fournie.

A partir d’une représentation graphique du spectre d’émission du corps noir à une température donnée, déterminer la longueur d’onde d’émission maximale.

Appliquer la loi de Wien pour déterminer la température de surface d’une étoile à partir de la longueur d’onde d’émission maximale.

Sur un schéma, identifier les configurations pour lesquelles la puissance reçue par une

<p>l'aire de la surface et dépend de l'angle entre la normale à la surface et la direction du Soleil.</p> <p>De ce fait, la puissance solaire reçue par unité de surface terrestre dépend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de l'heure (variation diurne de la température) - du moment de l'année (variation saisonnière) - de la latitude (zonation climatique). 	<p>surface est maximale ou minimale.</p> <p>Analyser, interpréter et représenter des données de températures. Calculer et comparer des moyennes de températures.</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>Les notions de base concernant l'énergie et la puissance, déjà connues, sont remobilisées. La loi de Planck n'est pas explicitée : toutes les analyses spectrales sont réalisées à partir de représentations graphiques.</p> <p>La relation entre la température absolue, exprimée en kelvin, et la température en degrés Celsius est fournie, ainsi que la loi de Wien.</p> <p>Liens</p> <p>Spécialité physique-chimie : rayonnement thermique ; énergie nucléaire, défaut de masse.</p> <p>Spécialité mathématiques : statistiques descriptives.</p>	
<p><u>2-2 Le bilan radiatif terrestre</u></p> <p><i>La surface de la Terre est inondée d'énergie issue du Soleil. Sa surface rayonne vers l'espace une lumière invisible à l'oeil. Sur cette sphère en rotation sur elle-même et autour du Soleil, un équilibre dynamique s'établit, source du climat et des saisons. Au bilan qui détermine les températures, la vie doit son existence à l'eau liquide et l'humanité son habitat. Pourtant, cet équilibre est fragile, tant de faibles variations de la composition de l'atmosphère, de l'usage des sols et de l'urbanisation peuvent le perturber, mettant en jeu les conditions d'existence de plus de sept milliards d'humains.</i></p>	
<p>Savoirs</p>	<p>Savoir-faire</p>
<p>La proportion de la puissance totale, émise par le Soleil et atteignant la Terre, est déterminée par son rayon et sa distance au Soleil.</p> <p>Une fraction de cette puissance, quantifiée par l'albédo terrestre moyen, est diffusée par la Terre vers l'espace, le reste est absorbé par l'atmosphère, les continents et les océans.</p>	<p>En s'appuyant sur une représentation graphique, calculer la proportion de la puissance émise par le Soleil qui atteint la Terre.</p> <p>L'albédo terrestre étant donné, déterminer la puissance totale reçue par la Terre de la part du Soleil.</p>
<p>Le sol émet un rayonnement électromagnétique dans le domaine infra-rouge (longueur d'onde voisine de 10 μm). Ce domaine n'est pas perceptible par l'œil.</p> <p>La puissance émise par une unité de surface du sol est proportionnelle à la puissance</p>	<p>Calculer la puissance émise par une surface d'aire et de température données vérifiant</p>

<p>quatrième de la température absolue du sol (loi de Stefan Boltzmann). Une partie de cette puissance est absorbée par l'atmosphère, qui elle-même émet un rayonnement infrarouge vers le sol et vers l'espace (effet de serre).</p>	<p>la loi de Stefan Boltzmann.</p>
<p>La puissance reçue par le sol en un lieu donné est égale à la somme de la puissance reçue du Soleil et de celle reçue de l'atmosphère. Ces deux dernières sont du même ordre de grandeur.</p> <p>Un équilibre, qualifié de <i>dynamique</i>, est atteint lorsque le sol reçoit au total une puissance moyenne égale à celle qu'il émet. La température moyenne du sol est alors constante.</p>	<p>Représenter sur un schéma. les différents rayonnements reçus et émis par le sol.</p> <p>Expliquer qualitativement l'influence des différents facteurs (albedo, effet de serre) sur la température terrestre moyenne.</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>Les notions de longueur d'onde de rayonnement et de spectre visible, déjà connues sont remobilisées.</p> <p>L'objectif de ce paragraphe est de comprendre comment le bilan énergétique de la Terre conditionne sa température.</p> <p>La connaissance de la loi de Stefan-Boltzmann n'est pas exigible.</p> <p>Le réchauffement climatique global associé au renforcement de l'effet de serre sera étudié en détail en terminale, mais il peut être mentionné.</p> <p>Liens</p> <p>Spécialité physique-chimie : rayonnement thermique.</p>	
<p><u>2-3 Une conversion naturelle de l'énergie solaire : la photosynthèse</u></p> <p><i>Il y a quelques milliards d'année, un système moléculaire encore rudimentaire, né de la chimie du carbone, apparut et devint capable de transformer l'énergie lumineuse reçue du Soleil. En élaborant de complexes structures végétales, en créant une atmosphère riche en oxygène, la vie transforma la face de la Terre. De ce passé lointain, les êtres humains savent recueillir dans les profondeurs du sol l'héritage rare d'une énergie enfouie.</i></p>	
<p>Savoirs</p> <p>Une partie du rayonnement solaire absorbé par les végétaux verts permet la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone (photosynthèse).</p> <p>Ce processus permet, à l'échelle de la planète, l'entrée dans la biosphère de matière minérale stockant de l'énergie sous forme chimique.</p> <p>Cette énergie est utilisée pour former certaines molécules organiques. Ces</p>	<p>Savoir-faire</p> <p>Recenser, extraire et organiser des informations pour prendre conscience de l'importance planétaire de la photosynthèse.</p> <p>Comparer les spectres d'absorption et d'action photosynthétique d'un végétal.</p>

<p>molécules peuvent être transformées par respiration ou fermentation pour libérer l'énergie nécessaire au métabolisme des êtres vivants.</p> <p>À l'échelle de la planète, les végétaux verts utilisent pour la photosynthèse environ 0,1 % de la puissance solaire totale disponible.</p> <p>À l'échelle de la feuille, la photosynthèse utilise 1% de la puissance radiative reçue, le reste est soit diffusé, soit transmis (transparence), soit absorbé (échauffement et évapo-transpiration).</p>	<p>Représenter sur un schéma les différents échanges d'énergie au niveau d'une feuille.</p>
<p>À l'échelle des temps géologiques, une partie de la matière organique s'accumule dans les sédiments puis se transforme en donnant des combustibles fossiles : gaz, charbon, pétrole.</p>	<p>À partir de l'étude d'un combustible fossile ou d'une roche de son environnement, discuter son origine biologique.</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>Les notions de biologie et géologie utiles à ce paragraphe, déjà connues, sont remobilisées (photosynthèse, respiration, fermentation, sédimentation, combustible fossile). Sans les approfondir, il s'agit de montrer comment elles sont utiles pour comprendre les flux d'énergie à différentes échelles.</p> <p>Aucun développement sur les mécanismes cellulaires et moléculaires n'est exigible.</p> <p>Liens</p> <p>Spécialité SVT : métabolisme cellulaire</p> <p>Spécialité physique-chimie : chauffage et réactions de combustion.</p>	
<p>2.4 Le bilan thermique du corps humain</p> <p><i>Des pôles aux tropiques, des déserts aux forêts équatoriales, l'organisme humain maintient sa température interne avec une étonnante stabilité. Cet équilibre dynamique du vivant repose sur la production d'énergie métabolique à partir des aliments et sur des échanges régulés avec son environnement.</i></p>	
<p>Savoirs</p> <p>La température du corps reste stable parce que l'énergie qu'il libère est équilibrée par la production d'énergie métabolique.</p> <p>La source d'énergie est l'oxydation respiratoire des aliments.</p> <p>Globalement, l'énergie thermique libérée par un corps humain au repos correspond à une puissance de 100W environ.</p>	<p>Savoir-faire</p> <p>Représenter sur un schéma qualitatif les différents échanges d'énergie entre l'organisme et le milieu extérieur.</p> <p>Utiliser des données quantitatives sur l'apport énergétique d'aliments dans un bilan d'énergie correspondant à des activités variées.</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>Les notions de production et de transformation d'énergie, déjà connues, sont remobilisées.</p> <p>La respiration et le rôle énergétique des aliments, déjà connus, sont remobilisés.</p> <p>Aucun développement n'est attendu concernant les mécanismes cellulaires et moléculaires.</p> <p>Liens</p>	

Spécialité physique-chimie : aspects thermiques des combustions.
Spécialité SVT : métabolisme cellulaire.

3 – La Terre, un astre singulier

Quel astre méritait davantage l'interrogation des humains que ce vaisseau qui les portait, dont les horizons étaient célestes et les profondeurs infernales ? La géo-métrie, au sens propre, naquit de ce questionnement, mesura le vaisseau et le situa parmi les planètes, puis sur sa surface repéra les lieux et fit des cartes. Constituée presque en même temps que le Soleil et les autres planètes, se refroidissant lentement, possédant une surface où domine l'eau et d'où émergent des continents solides aux lentes dérives, son atmosphère s'oxygénant quand la vie tôt apparue se développa, la Terre est le fruit d'une histoire qui est lentement déchiffrée. Désormais auscultée depuis l'espace sous toutes ses coutures, cette Terre peut être mieux gérée par l'humanité à partir d'informations riches et précises. Singulière ou unique, la Terre et son histoire ? La question habite l'humanité depuis toujours et trouve un début de réponse dans la découverte d'innombrables systèmes planétaires.

3.1 – La forme de la Terre

Autrefois, l'éclipse de Lune montra aux Grecs et aux Chinois l'ombre courbe de la Terre, alors débuta son arpentage et se guidèrent les voyageurs. Les mathématiques permettent de calculer des longueurs inaccessibles à la mesure, comme celles du méridien terrestre ou le rayon de la Terre. Aujourd'hui, pour des milliards d'humains, chaque lieu trouve sa place sur la carte à quelques mètres près. Art des physiciens et des ingénieurs, enjeu des nations et des combats, source illimitée d'information pour mieux gérer la planète, la carte précise est irremplaçable.

Histoire, enjeux et débats

L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Ératosthène (et les hypothèses d'Anaxagore).

L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Delambre et Méchain (détermination de la longueur du méridien reliant Dunkerque à Barcelone).

Quelques grandes étapes de l'étude de l'âge de la Terre : Buffon, Darwin, Kelvin, Rutherford.

Modalités de la construction d'une approche scientifique d'une question controversée pour aboutir à un résultat stabilisé.

Histoire de la définition du mètre.

Grandes étapes de la controverse sur l'organisation du système solaire : Ptolémée, Copernic, Galilée, Kepler, Tycho Brahe, Newton.

Savoirs

Dès l'antiquité, des observations de différentes natures ont permis de conclure que la Terre était sphérique, alors même que, localement, elle apparaît plane dans la plupart des expériences quotidiennes. Cette forme sphérique est une conséquence de l'attraction gravitationnelle. Des méthodes géométriques ont permis de calculer la longueur d'un méridien (environ 40 000km) à partir de mesures d'angles ou

Savoir-faire

Calculer la longueur du méridien terrestre par la méthode d'Ératosthène.
Calculer une longueur par la méthode de triangulation utilisée par Delambre et Méchain.
Calculer le rayon de la Terre à partir de celle du méridien.

de longueurs : méthodes d'Ératosthène et de triangulation plane.	
On repère un point à la surface de la Terre par deux coordonnées angulaires, sa latitude et sa longitude. Le plus court chemin entre deux points à la surface de la Terre est l'arc du grand cercle qui les relie.	Calculer la longueur d'un arc de méridien et d'un arc de parallèle. Comparer, à l'aide d'un système d'information géographique, les longueurs de différents chemins reliant deux points à la surface de la Terre.

Prérequis et limites

La connaissance de la loi des sinus (formule reliant longueurs et sinus des angles d'un triangle) n'est pas exigible. Elle est fournie pour mettre en œuvre le principe de triangulation plane (calcul d'une longueur à partir de la mesure d'une autre longueur et de deux angles).

On admettra que la longueur d'un arc de cercle est proportionnelle à l'angle qui l'intercepte.

Le repérage sur une sphère, déjà connu des élèves, est remobilisé.

Le calcul de la longueur entre deux points le long d'un grand cercle n'est pas exigible.

Liens

Spécialité Mathématique : trigonométrie.

Spécialité physique-chimie : incertitudes de mesure.

3.2 – L'histoire de l'âge de la Terre

L'histoire de la détermination de l'âge de la Terre a un double intérêt. C'est d'abord une remarquable illustration de la construction d'une démarche scientifique. Comment a-t-on su passer de l'âge biblique de 4000 ans couramment admis à la Renaissance à l'âge actuel de 4,57 milliards d'années ? Comment, en l'absence de mesure directe - ce qui est souvent le cas en science -, modèles et théories ont été mis à l'épreuve. Pourquoi, après toutes sortes de résultats différents, est-on en droit de conclure qu'on connaît maintenant la bonne réponse ?

Enfin et peut-être surtout, cet âge compté en milliards d'années n'est pas un simple nombre de plus dans la série des âges, qui ne concernerait que les géologues ; seule cette échelle de temps presque inimaginable rend possible la complexité fantastique du vivant, complexité qui résulte de son évolution.

Savoirs

Au cours de l'histoire des sciences, plusieurs arguments ont été utilisés pour aboutir à la connaissance actuelle de l'âge de la Terre : temps de refroidissement, empilements sédimentaires, évolution biologique, radioactivité.

L'âge de la Terre aujourd'hui précisément déterminé est de $4,57 \cdot 10^9$ ans.

Savoir-faire

Interpréter des documents présentant des arguments historiques utilisés pour comprendre l'âge de la Terre.

Identifier diverses théories impliquées dans la controverse scientifique de l'âge de la Terre.

Prérequis et limites

L'objectif n'est pas de connaître dans le détail les arguments utilisés au cours de l'histoire des sciences, mais de savoir interpréter des données relatives à ces arguments. Il s'agit de prendre appui sur cet exemple pour montrer comment la science construit et perfectionne peu à peu sa compréhension de la nature, en exploitant des faits nouveaux apparus

successivement. Il s'agit aussi de montrer qu'une question scientifique complexe est résolue grâce à la participation de plusieurs domaines de spécialité.

Liens

Spécialité Mathématiques : fonction exponentielle.

Spécialité Physique Chimie : radioactivité, thermodynamique.

Spécialité SVT : géochronologie, évolution.

3.3 – La Terre dans l'univers

La Terre, dont nous ne percevons pas le mouvement, est pourtant mobile, mais vis-à-vis de quoi ? La Lune également. Comment décrire ces mouvements, sans s'interroger sur leur cause, la gravitation ? De la gravitation naît le poids de toute masse. Méritant son qualificatif d'universelle, elle fait tomber la Lune, rassemble la matière en étoiles et planètes, organise la ronde de la Terre et des galaxies.

Savoirs

Observée dans un référentiel fixe par rapport aux étoiles, la Terre parcourt une trajectoire quasi circulaire autour du Soleil. Le passage d'une conception géocentrique à une conception héliocentrique constitue l'une des controverses majeures de l'histoire des sciences.

Observée dans un référentiel géocentrique, la Lune tourne autour de la Terre sur une trajectoire quasi-circulaire. Elle présente un aspect qui varie au cours de cette rotation (phases). Elle tourne également sur elle-même et présente toujours la même face à la Terre.

Savoir-faire

Interpréter des documents présentant des arguments historiques pour discuter la théorie héliocentrique.

Interpréter l'aspect de la Lune dans le ciel en fonction de sa position par rapport à la Terre et au Soleil.

Prérequis et limites

L'organisation du système solaire est déjà connue. L'accent est mis ici sur la compréhension de cette organisation au cours de l'histoire des sciences et sur l'importance des controverses scientifiques concernées.

Liens

Spécialité physique-chimie : mécanique.

Spécialité SVT : climats anciens.

4 – Son et musique, porteurs d'information

Lumière dans l'espace, son dans l'air ou dans l'eau, courants électriques dans l'ordinateur sont, parmi bien d'autres, des transports d'énergie. Source d'expérience sensorielle, directement ou indirectement grâce à des capteurs, ces transports d'énergie sont perçus par l'être humain comme des signes ou signaux que son système nerveux central peut interpréter. Il leur donne sens, les utilise pour se construire une représentation de son environnement et interagir avec lui. L'énergie mise en jeu, donnant forme à l'esprit humain, a transporté de l'information, laquelle peut être consignée sous forme de signes, et plus précisément de nombres inscrits sur un support matériel. Qu'il s'agisse d'images ou de son, le phénomène initial est physique, la perception est biologique et chimique, l'interprétation cérébrale est esthétique ou symbolique, la transcription est mathématique et technologique, l'analyse et le traitement sont désormais informatiques. Aussi ancienne que la préhistoire, aujourd'hui objet d'une intense numérisation, la musique est l'exemple ici choisi pour illustrer et comprendre la richesse de ces multiples associations.

Histoire, enjeux, débats

L'histoire de l'analyse temps-fréquence : de Joseph Fourier à Yves Meyer.

La controverse entre [d'Alembert](#), [Euler](#) et [Daniel Bernoulli](#) sur le problème des cordes vibrantes.

L'histoire des gammes, de Pythagore à Bach.

Des algorithmes au cœur de la composition musicale : de l'Offrande musicale de Bach à la musique contemporaine (Pierre Boulez, Iannis Xenakis).

Les enjeux culturels et économiques de la numérisation et de la compression des sons.

La santé auditive.

4.1 – La vibration, un phénomène universel

La bouche sur la flûte, le doigt sur la guitare excitent une vibration. De proche en proche, celle-ci se propage dans l'air environnant, milieu élastique dont la pression varie alors localement. L'extraordinaire diversité des sons que perçoit l'oreille et sur laquelle se construit la musique procède de quelques propriétés simples, caractéristiques de toute vibration, sonore ou non, qu'il s'agisse de la guitare, d'une étoile ou d'un atome.

Savoirs	Savoir-faire
<p>Un son pur est associé à un signal dépendant du temps de façon sinusoïdale.</p> <p>Un son composé est une somme de plusieurs sons purs dont les fréquences sont des multiples entiers de l'une d'elle, appelée fréquence fondamentale, les autres étant appelées harmoniques.</p> <p>La puissance transportée par une onde sonore est quantifiée par son intensité. Elle est associée à un niveau sonore exprimé en décibels.</p>	<p>Utiliser un logiciel permettant de visualiser le spectre d'un son.</p> <p>Utiliser un logiciel pour produire des sons purs et composés.</p> <p>Relier puissance sonore par unité de surface et niveau sonore exprimé en décibels.</p>
<p>Une corde tendue, excitée, émet en vibrant un son composé dont la fréquence</p>	<p>À l'aide d'un dispositif expérimental adapté, observer la dépendance entre la fréquence</p>

<p>fondamentale ne dépend que de ses caractéristiques (longueur, tension, masse linéique).</p> <p>Dans les instruments à vent, un phénomène analogue se produit par vibration de l'air dans un tuyau.</p>	<p>fondamentale du signal émis et la longueur d'une corde vibrante.</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>La notion de son, déjà connue des élèves, est remobilisée.</p> <p>La sinusoïde est définie à partir de sa représentation graphique. Aucune construction mathématique de la fonction n'est attendue.</p> <p>La loi des cordes vibrantes n'est pas exigible.</p> <p>Liens</p> <p>Spécialité Mathématiques : fonctions trigonométriques, logarithme décimal.</p> <p>Spécialité Physique-chimie : ondes mécaniques.</p>	
<p>4.2 – La musique ou l'art de faire entendre les nombres</p> <p><i>Dans toute culture, l'être humain cherche à définir l'harmonie des sons qu'il perçoit, pour en faire l'art de la musique. Chez les Grecs anciens, musique et mathématiques trouvent leur origine commune dans ce que Pythagore appelait l'harmonie des nombres. Appliquée au cosmos, ce fut la musique des sphères que Kepler attribuera aux planètes. Les nombres rationnels fondent ainsi la construction des gammes, dites de Pythagore, à 5, 7 puis 12 notes. Puis, à l'époque baroque est créée la gamme tempérée, où l'harmonie accepte des rapports de fréquence exprimés par des nombres irrationnels. Comme l'écrivait Leibniz à son ami Goldbach en 1712, « La musique est un exercice d'arithmétique secrète et celui qui s'y livre ignore qu'il manie des nombres ».</i></p>	
<p>Savoirs</p>	<p>Savoir-faire</p>
<p>En musique, un intervalle entre deux sons est défini par le rapport (et non la différence) de leurs fréquences fondamentales.</p> <p>Deux sons dont les fréquences sont dans le rapport $\frac{1}{2}$ correspondent à une même note, à deux hauteurs différentes. L'intervalle qui les sépare s'appelle une octave.</p> <p>Une quinte est un intervalle entre deux fréquences de rapport $\frac{3}{2}$.</p>	
<p>Une gamme est une suite finie de notes réparties sur une octave.</p> <p>Les gammes musicales, dites de Pythagore, sont basées sur le cycle des quintes.</p> <p>Des considérations mathématiques permettent d'expliquer que ces gammes comportent 5, 7 ou 12 notes.</p>	<p>Calculer des puissances et des fractions en lien avec le cycle des quintes.</p> <p>Calculer les fréquences des notes d'une gamme de Pythagore.</p>
<p>L'intervalle entre deux notes consécutives des gammes de Pythagore n'est pas constant, ce qui provoque des dissonances et engendre une difficulté pour la</p>	<p>Calculer les rapports entre deux fréquences consécutives de la gamme de Pythagore à 12 notes.</p> <p>Construire la gamme tempérée à 12 notes.</p>

<p>transposition musicale. Les gammes tempérées permettent de résoudre ces difficultés</p>	
<p>Prérequis et limites</p> <p>La construction des gammes de Pythagore s'appuie sur des connaissances mathématiques acquises au collège sur les fractions et les puissances et permet de les mobiliser dans un contexte artistique. L'introduction des gammes tempérées permet de comprendre en quoi la découverte des nombres irrationnels a des applications en dehors du champ mathématique.</p> <p>La racine douzième est introduite par analogie avec la racine carrée, en lien avec l'utilisation de la calculatrice.</p> <p>Liens</p> <p>Spécialité Mathématiques : ensembles de nombres, puissances.</p>	
<p>4 – 3 Le son, une information à coder</p> <p><i>Merveille des nombres encore et de la sinusoïde, puisque l'énergie reçue de l'orchestre, porteuse de toute sa richesse musicale, peut s'écrire sans perte aucune d'information comme une longue suite régulière des nombres 0 et 1. Stockés dans le silicium d'une mémoire ou gravés au laser sur un DVD, ils peuvent être à nouveau transformés en son audible. Livrés au traitement de l'ordinateur, ils sont modifiés, cryptés au besoin. Toute information, tout transport d'énergie porteur d'information, peuvent être ainsi traités : ainsi se construit un nouveau monde d'échanges et de mémoires.</i></p>	
<p>Savoirs</p> <p>Pour numériser un son, on procède à la discrétisation du signal analogique sonore (échantillonnage et quantification). Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée et la quantification est fine, plus la numérisation est fidèle, mais plus la taille du fichier audio est grande.</p> <p>La reproduction fidèle du signal analogique nécessite une fréquence d'échantillonnage au moins double de celle du son.</p>	<p>Savoir-faire</p> <p>Justifier le choix des paramètres de numérisation d'un son.</p> <p>Estimer la taille d'un fichier audio.</p>
<p>La compression consiste à diminuer la taille d'un fichier afin de faciliter son stockage et sa transmission.</p> <p>Les techniques de compression spécifiques au son, dites « avec perte d'information », éliminent les informations sonores auxquelles l'oreille est peu sensible.</p>	<p>Calculer un taux de compression.</p> <p>Comparer des caractéristiques et des qualités de fichiers audio compressés.</p>
<p>Prérequis et limites</p> <p>L'étude de la numérisation du son s'appuie sur les connaissances acquises dans l'enseignement Sciences Numériques et Technologie de seconde en matière de numérisation d'images.</p> <p>Le théorème de Shannon n'est pas exigible.</p>	
<p>4-4 Quand le son devient musique</p> <p><i>Images perçues par la vision ou sons ressentis par l'ouïe sont les sources principales de notre représentation du monde. Dans l'audition, phénomène biologique riche et</i></p>	

<i>complexe, l'énergie acoustique chemine et se transforme jusqu'à produire une excitation électrique du cerveau. Le cortex construit alors représentation, sens symbolique, émotion esthétique, mémoire.</i>	
Savoirs	Savoir-faire
L'oreille externe canalise les sons du milieu extérieur vers le tympan. Cette membrane vibrante transmet ces vibrations jusqu'à l'oreille interne par l'intermédiaire de l'oreille moyenne.	Relier l'organisation de l'oreille externe et de l'oreille moyenne à la réception et la transmission de la vibration sonore.
L'oreille humaine est sensible aux rapports entre des intensités des sons. Elle peut percevoir des sons dont les rapports d'intensité peuvent atteindre 10^{12} soit de 0 à 120 dB. Les sons audibles par les humains ont des fréquences comprises entre 20 et 20 000 Hz. Dans l'oreille interne, des structures cellulaires (cils vibratiles) entrent en résonance avec les vibrations reçues et les traduisent en un message nerveux qui se dirige vers le cerveau. Les cils vibratiles sont fragiles et facilement endommagés par des sons trop intenses. Les dégâts sont alors irréversibles et peuvent causer une surdité.	Relier la structure des cellules ciliées à la perception du son et à la fragilité du système auditif. Relier l'intensité du son au risque encouru par l'oreille interne.
Des aires cérébrales spécialisées reçoivent les messages nerveux auditifs. Certaines permettent, après apprentissage, l'interprétation de l'univers sonore (parole, voix, musique, etc.).	Interpréter des données d'imagerie cérébrale relatives au traitement de l'information sonore.
Prérequis et limites La connaissance approfondie de la physiologie de l'audition n'est pas l'objectif du programme. En particulier, les modalités de transduction de la vibration auditive en message nerveux ne sont pas exigibles. Il s'agit simplement de présenter dans ses grandes lignes le passage du phénomène physique du son à la sensibilité auditive consciente, en faisant apparaître les rôles respectifs de l'oreille et du cerveau.	
Liens Spécialité Physique-chimie : ondes mécaniques, résonance. Spécialité SVT : fonctionnement du système nerveux central.	

Projet expérimental et numérique

Le projet s'articule autour de la mesure et des données qu'elle produit, qui sont au cœur des sciences expérimentales. L'objectif est de confronter les élèves à la pratique d'une démarche scientifique expérimentale, de l'utilisation de matériels (capteurs et logiciels) à l'analyse critique des résultats.

Le projet expérimental et numérique comporte trois dimensions :

- utilisation d'un capteur éventuellement réalisé en classe ;
- acquisition numérique de données ;
- traitement, représentation et interprétation de ces données.

Selon les projets, l'une ou l'autre de ces dimensions peut être plus ou moins développée.

L'objet d'étude peut être choisi librement, en lien avec le programme ou non. Il s'inscrit éventuellement dans le cadre d'un projet de classe ou d'établissement. Ce travail se déroule sur une douzaine d'heures, contiguës ou réparties au long de l'année. Il s'organise dans des conditions matérielles qui permettent un travail pratique effectif en petits groupes d'élèves.

La dimension numérique repose sur l'utilisation de matériels (capteur éventuellement associé à un microcontrôleur) et de logiciels (tableur, environnement de programmation).

Prérequis et limites

Ce projet remobilise certains acquis des classes antérieures : mesure et incertitudes, manipulation de capteurs et microcontrôleurs, données structurées et leur traitement, information chiffrée et statistique descriptive, utilisation d'un tableur et d'un environnement de programmation. L'objectif n'est pas d'introduire des notions nouvelles.