

## Analyse du programme d'enseignement scientifique en première

*Capacités de seconde re mobilisables, sauts conceptuels en première et liens avec les programmes de spécialité*

| 1 – Une longue histoire de la matière                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L'immense diversité de la matière dans l'Univers se décrit à partir d'un petit nombre de particules élémentaires qui se sont organisées de façon hiérarchisée, en unités de plus en plus complexes, depuis le <i>Big Bang</i> jusqu'au développement de la vie.                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Histoire, enjeux et débats</b><br>De Fraunhofer à Bethe : les éléments dans les étoiles.<br>Hooke, Schleiden et Schwann : de la découverte de la cellule à la théorie cellulaire.<br>Becquerel, Marie Curie : la découverte de la radioactivité, du radium.<br>Industrie des métaux et du verre.                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>1.1 – Un niveau d'organisation : les éléments chimiques</b><br>Comment, à partir du seul élément hydrogène, la diversité des éléments chimiques est-elle apparue ? Aborder cette question nécessite de s'intéresser aux noyaux atomiques et à leurs transformations. Cela fournit l'occasion d'introduire un modèle mathématique d'évolution discrète.                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Savoirs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Savoir-faire                                                                                                                                                                                                                                                                            | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                                                                                                                                                                                                                    | Saut conceptuel en première                                                                                                                                                                                                                                               | Liens avec les programmes de spécialité                                                                                                                                                                                                              |
| 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. | Produire et analyser différentes représentations graphiques de l'abondance des éléments chimiques (proportions) dans l'Univers, la Terre, les êtres vivants. L'équation d'une réaction nucléaire stellaire étant fournie, reconnaître si celle-ci relève d'une fusion ou d'une fission. | <b>Physique-chimie :</b><br>Relier l'énergie convertie dans le Soleil et dans une centrale nucléaire à des réactions nucléaires.<br><br>Élément chimique.<br><br>Numéro atomique, nombre de masse, écriture conventionnelle : $X_Z^A$ ou $X_A$ .<br>Établir l'écriture conventionnelle d'un noyau à partir de sa | Parmi les différentes réactions nucléaires on apprend à reconnaître celles relevant de la fusion nucléaire et celles relevant de la fission nucléaire.<br>On aborde la notion de désintégration de noyaux instables et son caractère aléatoire (radioactivité spontanée). | <b>Mathématiques :</b><br>Construction de la fonction exponentielle<br>Relation entre fonction et fonction dérivée.<br>Suites géométriques<br><i>Utilisation du tableur</i><br><i>Programmation Python</i><br><i>Logiciel de géométrie dynamique</i> |
| Certains noyaux sont instables et se désintègrent (radioactivité).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Calculer le nombre de noyaux restants au bout de n demi-vies                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>L'instant de désintégration d'un noyau radioactif individuel est aléatoire.</p> <p>La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon macroscopique se soit désintégrée.</p> <p>Cette demi-vie est caractéristique du noyau radioactif.</p> | <p>Estimer la durée nécessaire pour obtenir une certaine proportion de noyaux restants.</p> <p>Utiliser une représentation graphique pour déterminer une demi-vie.</p> <p>Utiliser une décroissance radioactive pour une datation (exemple du carbone 14).</p> | <p>composition et inversement.</p> <p>Écriture symbolique d'une réaction nucléaire.</p> <p>Identifier la nature physique, chimique ou nucléaire d'une transformation à partir de sa description ou d'une écriture symbolique modélisant la transformation.</p> <p>Identifier des isotopes.</p> <p><b>Mathématiques :</b><br/>Lecture graphique de fonctions (demi-vie obtenue comme antécédent de la courbe de la fonction de désintégration de la demi-masse).<br/>Pourcentages et proportionnalité (pourcentage d'évolution, calcul d'une quatrième proportionnelle).<br/>Phénomènes aléatoires (expérience aléatoire, modélisation et interprétation du modèle, loi des grands nombres).</p> | <p>La notion de demi-vie permet d'estimer une durée (entre-autre datation au carbone 14).</p> <p>S'ils sont éventuellement utilisés comme support, les différents types de radioactivité n'ont pas à être connues des élèves.</p> |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Utilisation du tableur  
 Programmation Python  
 Logiciel de géométrie  
 dynamique

### Prérequis et limites

Les notions, déjà connues, de noyaux, d'atome, d'élément chimique et de réaction nucléaire sont remobilisées. **Aucune connaissance n'est exigible sur les différents types de radioactivité.**

L'évolution du nombre moyen de noyaux restants au cours d'une désintégration radioactive se limite au cas de durées discrètes, multiples entiers de la demi-vie. **Aucun formalisme sur la notion de suite n'est exigible.**

**Les fonctions exponentielle et logarithme ne font pas partie des connaissances attendues.**

### 1.2 – Des édifices ordonnés : les cristaux

L'organisation moléculaire étant déjà connue, ce thème aborde une autre forme d'organisation de la matière : l'état cristallin (qui revêt une importance majeure, tant pour la connaissance de la nature - minéraux et roches, squelettes, etc. - que pour ses applications techniques). La compréhension de cette organisation au travers des exemples choisis mobilise des connaissances sur la géométrie du cube. Elle fournit l'occasion de développer des compétences de représentation dans l'espace et de calculs de volumes.

| Savoirs                                                                                                                                                                          | Savoir-faire                                                                                                                                                                                   | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                                                                            | Sauts conceptuels en première                                                                                                                                                                                                     | Liens avec les programmes de spécialité                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Le chlorure de sodium solide (présent dans les roches, ou issu de l'évaporation de l'eau de mer) est constitué d'un empilement régulier d'ions : c'est l'état cristallin.        | Utiliser une représentation 3D informatisée du cristal de chlorure de sodium.<br>Relier l'organisation de la maille au niveau microscopique à la structure du cristal au niveau macroscopique. | <b>Physique -chimie :</b><br>Espèces moléculaires, espèces ioniques, électroneutralité de la matière au niveau macroscopique.                                            | On enrichit le modèle microscopique du solide étudié dans les classes antérieures en introduisant le modèle du solide cristallin que l'on distingue du solide amorphe en termes d'ordre géométrique des entités qui le constitue. | <b>Physique-chimie :</b><br>Cohésion dans un solide. Modélisation par des interactions entre ions, entre entités polaires, entre entités apolaires et/ou par pont hydrogène |
| 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, | Pour chacun des deux réseaux (cubique simple et cubique à faces centrées) :<br>- représenter la maille en perspective cavalière ;                                                              | Utiliser le terme adapté parmi <i>molécule</i> , <i>atome</i> , <i>anion</i> et <i>cation</i> pour qualifier une entité chimique à partir d'une formule chimique donnée. |                                                                                                                                                                                                                                   | Dissolution des solides ioniques dans l'eau. Équation de réaction de dissolution.                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>la nature et la position dans cette maille des entités qui le constituent.<br/>Les cristaux les plus simples peuvent être décrits par une maille cubique que la géométrie du cube permet de caractériser. La position des entités dans cette maille distingue les réseaux cubique simple et cubique à faces centrées. La structure microscopique du cristal conditionne certaines de ses propriétés macroscopiques, dont sa masse volumique.</p>                           | <p>- calculer la compacité dans le cas d'entités chimiques sphériques tangentes ;<br/>- dénombrer les atomes par maille et calculer la masse volumique du cristal.</p> | <p>Identifier, à partir de valeurs de référence, une espèce chimique par sa masse volumique.</p> <p>Modélisation microscopique d'un changement d'état.</p> <p>Établir l'écriture d'une équation pour un changement d'état.</p> <p>Identifier le sens du transfert thermique lors d'un changement d'état et le relier au terme exothermique ou endothermique.</p> <p><b>Mathématiques :</b><br/>Repérage cartésien, Représentation en perspective cavalière (cycle 4). Solides usuels (cube et boule, cycle 4), Théorème de Pythagore. Proportionnalité (conversion unité,</p> | <p>Dans le cadre du solide cristallin, on exploite les réseaux cubiques simple et à faces centrées pour représenter la maille correspondante, pour calculer le taux d'occupation réel des entités la constituant et pour retrouver la grandeur macroscopique masse volumique. La géométrie dans l'espace (solides usuels, volumes et sections) sont des objets abordés et travaillés en mathématiques au collège mais peu abordés en seconde.</p> | <p>Expliquer la cohésion au sein de composés solides ioniques et moléculaires par l'analyse des interactions entre entités.</p> <p>Expliquer la capacité de l'eau à dissocier une espèce ionique et à solvater les ions. Modéliser, au niveau macroscopique, la dissolution d'un composé ionique dans l'eau par une équation de réaction, en utilisant les notations (s) et (aq).</p> |
| <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, etc.).</p> | <p>Distinguer, en termes d'échelle et d'organisation spatiale, maille, cristal, minéral, roche. Les identifier sur un échantillon ou une image.</p>                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Dans le cas des solides amorphes, l'empilement d'entités 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. | Mettre en relation la structure amorphe ou cristalline d'une roche et les conditions de son refroidissement. | calcul de proportions)<br><i>Utilisation du tableur</i><br><i>Programmation Python</i><br><i>Logiciel de géométrie dynamique (3D)</i><br><br><b>SVT</b><br><br>Exemple des roches salines s'il a été choisi en Seconde.<br>« Les roches formées dépendent des apports et des milieux de sédimentation » |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

### Prérequis et limites

Les notions, déjà connues, d'entité chimique, 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.

### 1.3 – Une structure complexe : la cellule vivante

Dans le monde, la matière s'organise en structure d'ordre supérieur à l'échelle moléculaire. Un exemple est ici proposé : la structure cellulaire.

| Savoirs                                                                                                                                                        | Savoir-faire                                                                                                                                                          | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                    | Sauts conceptuels en première | Liens avec les programmes de spécialité |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| La découverte de l'unité cellulaire est liée à l'invention du microscope.<br>L'observation de structures semblables dans de très nombreux organismes a conduit | Analyser et interpréter des documents historiques relatifs à la théorie cellulaire.<br>Situer les ordres de grandeur : atome, molécule, organite, cellule, organisme. | <b>SVT</b><br>Chez les organismes unicellulaires, toutes les fonctions sont assurées par une seule cellule. Chez |                               |                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <p>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>les organismes pluricellulaires, les organes sont constitués de cellules spécialisées formant des tissus, et assurant des fonctions particulières.</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). Schématiser la membrane plasmique à partir de molécules dont les parties hydrophile/lipophile sont identifiées.</p> | <p>Réaliser et /ou observer des préparations microscopiques montrant des cellules animales ou végétales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observer et analyser des images de microscopie électronique.</li> </ul> <p>Distinguer les différentes échelles du vivant (molécules, cellules, tissus, organes, organisme) en donnant l'ordre de grandeur de leur taille.</p> |  |  |

## 2 – Le soleil, notre source d'énergie

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du Soleil. Cette énergie conditionne la température de surface de la Terre et détermine climats et saisons. Elle permet la photosynthèse des végétaux et se transmet par la nutrition à d'autres êtres vivants.

### 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

Le soleil transmet à la Terre de l'énergie par rayonnement.

| Savoirs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Savoir-faire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sauts conceptuels en première                                                                                                                                                                                                                              | Liens avec les programmes de spécialité                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>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 (modélisé par un spectre de <i>corps noir</i>) dépend seulement de la</p> | <p>Déterminer la masse solaire transformée chaque seconde en énergie à partir de la donnée de la puissance rayonnée par le Soleil.</p> <p>À partir d'une représentation graphique du spectre d'émission du corps noir à une température donnée, déterminer la longueur d'onde d'émission maximale.</p> <p>Appliquer la loi de Wien pour déterminer la température de surface d'une étoile à partir de la longueur d'onde d'émission maximale.</p> | <p><b>Physique-chimie :</b><br/>Relier l'énergie convertie dans le Soleil et dans une centrale nucléaire à des réactions nucléaires.</p> <p>Lumière blanche, lumière colorée. Spectres d'émission : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies.</p> <p>Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.</p> <p>Caractériser le spectre du rayonnement émis par un corps chaud.</p> | <p>On enrichit la notion de spectre lumineux en modélisant le rayonnement émis par une étoile par le rayonnement d'un corps noir. La loi de Wien permet de faire le lien entre la longueur d'onde d'émission maximale et la température du corps noir.</p> | <p><b>Physique-chimie :</b><br/>Domaines des ondes électromagnétiques. Relation entre longueur d'onde, célérité de la lumière et fréquence.</p> <p>Utiliser une échelle de fréquences ou de longueurs d'onde pour identifier un domaine spectral. Citer l'ordre de grandeur des fréquences ou des longueurs d'onde des ondes électromagnétiques utilisées dans divers domaines d'application (imagerie médicale, optique visible, signaux wifi, micro-ondes,</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| température de surface de l'étoile.<br>La longueur d'onde d'émission maximale est inversement proportionnelle à la température absolue de la surface de l'étoile (loi de Wien).                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.<br>Exploiter un spectre de raies.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | etc.).<br><br>Le photon. Énergie d'un photon.<br>Description qualitative de l'interaction lumière-matière : absorption et émission.<br>Quantification des niveaux d'énergie des atomes.                                                                                                                             |
| La puissance radiative reçue du Soleil par une surface plane est proportionnelle à l'aire de la surface et dépend de l'angle entre la normale à la surface et la direction du Soleil.<br>De ce fait, la puissance solaire reçue par unité de surface terrestre dépend :<br>- de l'heure (variation diurne) ;<br>- <b>du moment de l'année (variation saisonnière) ;</b><br>- de la latitude (zonation climatique). | Sur un schéma, identifier les configurations pour lesquelles la puissance reçue par une surface est maximale ou minimale.<br>Analyser, interpréter et représenter graphiquement des données de températures.<br>Calculer des moyennes temporelles de températures.<br>Comparer des distributions temporelles de températures. | <i>La relation entre la puissance et l'énergie est étudiée au collège.</i><br><br><b>Mathématiques :</b><br>Géométrie de la sphère<br>Repérage à la surface de la sphère (cycle 4)<br>Relations angulaires dans le plan<br>Trigonométrie<br><i>Logiciel de géométrie dynamique (2D et 3D)</i><br><br><b>SVT :</b><br>L'étude de quelques réactions du métabolisme dont la photosynthèse révèle que les êtres vivants échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement |  | Utiliser l'expression donnant l'énergie d'un photon.<br>Exploiter un diagramme de niveaux d'énergie en utilisant les relations $\lambda = c / \nu$ et $\Delta E = h \nu$ .<br>Obtenir le spectre d'une source spectrale et l'interpréter à partir du diagramme de niveaux d'énergie des entités qui la constituent. |
| <b>Prérequis et limites</b><br>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.

**La relation entre la température absolue, exprimée en kelvin, et la température en degrés Celsius est fournie, ainsi que la loi de Wien.**

## 2.2 – Le bilan radiatif terrestre

La Terre reçoit le rayonnement solaire et émet elle-même un rayonnement. Le bilan conditionne le milieu de vie. La compréhension de cet équilibre en classe de première permettra d'aborder sa perturbation par l'humanité en terminale.

| Savoirs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Savoir-faire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Capacités exigibles de seconde remobilisables | Sauts conceptuels en première | Liens avec les programmes de spécialité                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 un schéma, 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 le sol de la part du Soleil.</p>                                                                                              |                                               |                               | <p><b>Physique-chimie :</b><br/>Absorbance, spectre d'absorption,</p> <p>Combustions et enjeux de société.<br/>Citer des applications usuelles qui mettent en œuvre des combustions et les risques associés.<br/>Citer des axes d'étude actuels d'applications s'inscrivant dans une perspective de développement durable.</p> |
| <p>Le sol émet un rayonnement électromagnétique dans le domaine infrarouge (longueur d'onde voisine de 10 <math>\mu\text{m}</math>) dont la puissance par unité de surface augmente avec la température.</p> <p>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 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</p> | <p>Commenter la courbe d'absorption de l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde</p> <p>Représenter sur un schéma les différents rayonnements reçus et émis par le sol.</p> <p>Expliquer qualitativement l'influence des différents facteurs (albédo, effet de serre) sur la température terrestre moyenne.</p> |                                               |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| <p>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><b>Prérequis et limites</b></p> <p>Les notions de longueur d'onde du rayonnement et de spectre visible, déjà connues, sont remobilisées.</p> <p>L'objectif de ce paragraphe est de comprendre qualitativement comment le bilan énergétique de la Terre conditionne sa température.</p> <p><b>La théorie de l'effet de serre et la connaissance de la loi de Stefan-Boltzmann ne sont pas exigibles.</b></p> <p>Le réchauffement climatique global associé au renforcement de l'effet de serre sera étudié en détail en terminale, mais il peut être utilement mentionné.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |                                         |
| <p><b>2.3 – Une conversion biologique de l'énergie solaire : la photosynthèse</b></p> <p>L'utilisation par la photosynthèse d'une infime partie de l'énergie solaire reçue par la planète fournit l'énergie nécessaire à l'ensemble des êtres vivants (à l'exception de certains milieux très spécifiques non évoqués dans ce programme).</p>                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |                                         |
| Savoirs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Savoir-faire                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Sauts conceptuels en première                                                                                   | Liens avec les programmes de spécialité |
| <p>Une partie du rayonnement solaire absorbé par les organismes chlorophylliens permet la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone (photosynthèse). À l'échelle de la planète, les organismes chlorophylliens utilisent pour la photosynthèse environ 0,1% de la puissance solaire totale disponible. À l'échelle de la feuille (pour les plantes), la photosynthèse utilise une très faible fraction de la puissance radiative reçue, le</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>Représenter sur un schéma les différents échanges d'énergie au niveau d'une feuille.</p> | <p><b>SVT :</b></p> <p>L'étude de quelques réactions du métabolisme dont la photosynthèse révèle que les êtres vivants échangent de la matière et de l'énergie avec leur environnement</p> <p>Les voies métaboliques sont interconnectées par des molécules intermédiaires des métabolismes</p> <p>La biosphère prélève dans</p> | <p>Passer de l'étude structurale et fonctionnelle de la cellule chlorophyllienne à une approche énergétique</p> |                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                    |                                                                        |                                      |                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|
| reste est soit diffusé, soit transmis, soit absorbé (échauffement et évapo-transpiration).<br>La photosynthèse permet l'entrée dans la biosphère de matière minérale stockant de l'énergie sous forme chimique. Ces molécules peuvent être transformées par respiration ou fermentation pour libérer l'énergie nécessaire au fonctionnement des êtres vivants.                                                                          |                                                                                                                    | les sols des éléments minéraux participant à la production de biomasse |                                      |                                                |
| 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.                                                                                                                                                                                                                                                    | À partir de l'étude d'un combustible fossile ou d'une roche de son environnement, discuter son origine biologique. |                                                                        |                                      |                                                |
| <b>Prérequis et limites</b><br>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.<br><b>Aucun développement sur les mécanismes cellulaires et moléculaires n'est exigible.</b> |                                                                                                                    |                                                                        |                                      |                                                |
| <b>2.4 – Le bilan thermique du corps humain</b><br>La température du corps est stable. Cette stabilité résulte d'un ensemble de flux présentés ici.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |                                                                        |                                      |                                                |
| <b>Savoirs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Savoir-faire</b>                                                                                                | <b>Capacités exigibles de seconde remobilisables</b>                   | <b>Sauts conceptuels en première</b> | <b>Liens avec les programmes de spécialité</b> |
| La température du corps reste stable parce que l'énergie qu'il libère est compensée par l'énergie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | La température du corps reste stable parce que l'énergie qu'il libère est compensée par l'énergie                  |                                                                        |                                      |                                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                             |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--|--|--|
| dégagée par la respiration cellulaire ou les fermentations.                                                                                                                                                                                                                                                      | dégagée par la respiration cellulaire ou les fermentations. |  |  |  |
| <b>Prérequis et limites</b><br>Les notions de conservation et de conversion d'énergie, déjà connues, sont remobilisées.<br>La respiration et le rôle énergétique des aliments, déjà connus, sont remobilisés.<br><b>Aucun développement n'est attendu concernant les mécanismes cellulaires et moléculaires.</b> |                                                             |  |  |  |

### 3 – La Terre, un astre singulier

La Terre, singulière parmi un nombre gigantesque de planètes, est un objet d'étude ancien. Les évidences apparentes et les récits non scientifiques ont d'abord conduit à de premières représentations. La compréhension scientifique de sa forme, son âge et son mouvement résulte d'un long cheminement, émaillé de controverses.

#### 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).

Histoire de la définition du mètre.

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.

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

#### 3.1 – La forme de la Terre

L'environnement « plat » à notre échelle de perception cache la forme réelle de la Terre, dont la compréhension résulte d'une longue réflexion.

Au-delà de la dimension historique et culturelle, la mise en oeuvre de différentes méthodes de calcul de longueurs à la surface de la Terre permet de développer des compétences mathématiques de calcul et de représentation et invite à exercer un esprit critique sur les différents résultats obtenus, les approximations réalisées et les limites d'un modèle.

| Savoirs                                                                                                                                                               | Savoir-faire                                                                                                                      | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                             | Sauts conceptuels en première                                                                     | Liens avec les programmes de spécialité                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 | Calculer la longueur du méridien terrestre par la méthode d'Ératosthène.<br>Calculer une longueur par la méthode de triangulation | <b>Mathématiques :</b><br>Proportionnalité<br>Géométrie dans le plan et dans l'espace (cycle 4) : intersection, repérage, | <b>Mathématiques :</b><br>L'utilisation de la loi des sinus (qu'il ne s'agit pas de démontrer aux | <b>Mathématiques :</b><br>Formule d'Al-Kashi et démonstration de la loi des sinus. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |                                                                                               |                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| plupart des expériences quotidiennes.<br>Historiquement, des méthodes géométriques ont permis de calculer la longueur d'un méridien (environ 40 000 km) à partir de mesures d'angles ou de longueurs : méthodes d'Ératosthène et de triangulation plane.                                                                                                                                                                                                                                                                      | utilisée par Delambre et Méchain.<br>Calculer le rayon de la Terre à partir de la longueur du méridien.                                                                                                              | section plane,<br>Angles et trigonométrie.           | élèves) :  |                                                |
| On repère un point à la surface de la Terre par deux coordonnées angulaires, sa latitude et sa longitude.<br>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.<br>Comparer, à l'aide d'un système d'information géographique, les longueurs de différents chemins reliant deux points à la surface de la Terre. |                                                      |                                                                                               |                                                |
| <b>Prérequis et limites</b><br><b>La connaissance de la loi des sinus n'est pas exigible.</b> 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).<br>On admet que la longueur d'un arc de cercle est proportionnelle à l'angle qui l'intercepte.<br>Le repérage sur une sphère, déjà connu des élèves, est remobilisé.<br>Le calcul de la longueur entre deux points le long d'un grand cercle n'est pas exigible. |                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |                                                                                               |                                                |
| <b>3.2 – L'histoire de l'âge de la Terre</b><br>L'âge de la Terre est d'un ordre de grandeur sans rapport avec la vie humaine. Sa compréhension progressive met en oeuvre des arguments variés.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |                                                                                               |                                                |
| <b>Savoirs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Savoir-faire</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>Capacités exigibles de seconde remobilisables</b> | <b>Sauts conceptuels en première</b>                                                          | <b>Liens avec les programmes de spécialité</b> |
| Au cours de l'histoire des sciences, plusieurs arguments ont été utilisés pour aboutir à la                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Interpréter des documents présentant des arguments                                                                                                                                                                   |                                                      |                                                                                               |                                                |

| 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 4,57.109 ans.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | historiques utilisés pour comprendre l'âge de la Terre. Identifier diverses théories impliquées dans la controverse scientifique de l'âge de la Terre |                                                                                                                                                                             |                               |                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Prérequis et limites</b><br>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. |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                             |                               |                                                                           |
| <b>3.3 – La Terre dans l'univers</b><br>Le mouvement de la Terre dans l'Univers a été l'objet de célèbres et violentes controverses. L'étude de quelques aspects de ces débats permet de comprendre la difficulté de la construction du savoir scientifique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                             |                               |                                                                           |
| Savoirs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Savoir-faire                                                                                                                                          | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                                                                               | Sauts conceptuels en première | Liens avec les programmes de spécialité                                   |
| 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Interpréter des documents présentant des arguments historiques pour discuter la théorie héliocentrique.                                               | <b>Physique-chimie :</b><br>Système.<br>Échelles caractéristiques d'un système. Identifier les échelles temporelles et spatiales pertinentes de description d'un mouvement. |                               | <b>Physique-chimie :</b><br>Force de gravitation et champ de gravitation. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <p>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). La Lune tourne également sur elle-même et présente toujours la même face à la Terre.</p> | <p>Interpréter l'aspect de la Lune dans le ciel en fonction de sa position par rapport à la Terre et au Soleil.</p> | <p>Référentiel et relativité du mouvement. Choisir un référentiel pour décrire le mouvement d'un système.</p> <p>Description du mouvement d'un système par celui d'un point. Position. Trajectoire d'un point.</p> <p>Caractériser différentes trajectoires.</p> <p>Distinguer actions à distance et actions de contact.</p> <p>Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle.</p> |  |  |
| <p><b>Prérequis et limites</b><br/> 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.</p>                         |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |

#### 4 – Son et musique, porteurs d'information

L'être humain perçoit le monde à l'aide de signaux dont certains sont de nature sonore. De l'Antiquité jusqu'à nos jours, il a combiné les sons de manière harmonieuse pour en faire un art, la musique, qui entretient des liens privilégiés avec les mathématiques. L'informatique permet aujourd'hui de numériser les sons et la musique.

La compréhension des mécanismes auditifs s'inscrit dans une perspective d'éducation à la santé.

##### Histoire, enjeux, débats

L'histoire de l'analyse temps-fréquence depuis Fourier.

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.

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

La santé auditive.

##### 4.1– Le son, phénomène vibratoire

La banalité du son dans l'environnement cache une réalité physique précise.

| Savoirs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Savoir-faire                                                                                                                                                                                                                                         | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                                                                                                                                                                                                    | Saut conceptuel en première                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Liens avec les programmes de spécialité                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Un son pur est associé à un signal dépendant du temps de façon sinusoïdale.</p> <p>Un signal périodique de fréquence <math>f</math> se décompose en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples de <math>f</math>. Le son associé à ce signal est un son composé. <math>f</math> est appelée fréquence fondamentale, les autres fréquences sont appelées harmoniques.</p> <p>La puissance par unité de surface transportée par une onde sonore est quantifiée par son intensité. Son niveau</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 d'intensité sonore exprimé en décibels.</p> | <p><b>Physique chimie :</b><br/>Définir et déterminer la période et la fréquence d'un signal sonore notamment à partir de sa représentation temporelle.</p> <p>Relation période-fréquence (<math>T=1/f</math>).</p> <p>Relier qualitativement intensité sonore et niveau d'intensité sonore.</p> | <p>On fait la distinction entre son pur et son composé (fréquence fondamentale, harmoniques)</p> <p>On opère le lien entre intensité sonore et puissance sonore par unité de surface (Formule <math>I=P/S</math> non exigée).</p> <p>On aborde la notion d'échelle logarithmique pour l'intensité sonore (formule <math>L = 10 \log (I/I_0)</math> non exigée).</p> | <p><b>Physique-chimie :</b><br/>Onde mécanique progressive.<br/>Grandeurs physiques associées<br/>Décrire, dans le cas d'une onde mécanique progressive, la propagation d'une perturbation mécanique d'un milieu dans l'espace et au cours du temps : houle, ondes sismiques, ondes sonores, etc.<br/>Expliquer, à l'aide d'un modèle qualitatif, la</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                      |                                                                                                                                                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| d'intensité sonore est exprimé en décibels selon une échelle logarithmique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                      | <b>Mathématiques :</b><br>Proportion<br><i>Programmation Python (module sonore)</i><br><i>Logiciel de géométrie dynamique (construction de courbes)</i><br>Tableur     | On étudie le lien entre les caractéristiques d'un système vibrant et la fréquence fondamentale du son émis. | propagation d'une perturbation mécanique dans un milieu matériel.                                                                                                          |
| Une corde tendue émet en vibrant un son composé dont la fréquence fondamentale ne dépend que de ses caractéristiques (longueur, tension, masse linéique).<br><br>Dans les instruments à vent, un phénomène analogue se produit par vibration de l'air dans un tuyau.                                                                                                                                                                                                                                         | Relier qualitativement la fréquence fondamentale du signal émis et la longueur d'une corde vibrante. |                                                                                                                                                                        |                                                                                                             | <b>Mathématiques :</b><br>Fonctions sinus et cosinus (parité, périodicité).                                                                                                |
| <b>Prérequis et limites</b><br>Les notions de son et de fréquence, déjà connues des élèves, sont remobilisées.<br>La sinusoïde est définie à partir de sa représentation graphique. Aucune construction mathématique de la fonction n'est attendue.<br>La formule donnant la fréquence fondamentale d'une corde vibrante en fonction de ses caractéristiques n'est pas exigible.                                                                                                                             |                                                                                                      |                                                                                                                                                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                            |
| <b>4.2 – La musique ou l'art de faire entendre les nombres</b><br>Comment l'analyse mathématique du phénomène vibratoire du son aboutit-elle à une production artistique ?<br>La musique et les mathématiques sont deux langages universels. Les Grecs anciens les ont dotés d'une origine commune puisque la théorie pythagoricienne des proportions avait pour but de percer les secrets de l'harmonie musicale. Depuis, les évolutions de la musique et des mathématiques se sont enrichies mutuellement. |                                                                                                      |                                                                                                                                                                        |                                                                                                             |                                                                                                                                                                            |
| <b>Savoirs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Savoir-faire</b>                                                                                  | <b>Capacités exigibles de seconde remobilisables</b>                                                                                                                   | <b>Sauts conceptuels en première</b>                                                                        | <b>Liens avec les programmes de spécialité</b>                                                                                                                             |
| En musique, un intervalle entre deux sons est défini par le rapport (et non la différence) de leurs fréquences fondamentales.<br>Deux sons dont les fréquences sont dans le rapport 2/1 correspondent à une même note, à deux hauteurs                                                                                                                                                                                                                                                                       | .                                                                                                    | <b>Physique-chimie :</b><br>Relier qualitativement la fréquence à la hauteur d'un son audible.<br><br><b>Mathématiques :</b><br>Fractions, quotients, puissances (de 2 |                                                                                                             | <b>Mathématiques :</b><br>La notion de suite est exploitable (ainsi que la notion de limite abordée en Première).<br>Les travaux d'algorithmique et de programmation de ce |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                  |  |                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| différentes. L'intervalle qui les sépare s'appelle une octave.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                          | notamment)<br>Nombres rationnels et irrationnels<br>Arithmétique<br><i>Utilisation du tableur</i><br><i>Programmation Python</i> |  | thème peuvent donner lieu à des activités différenciées selon les compétences des élèves. |
| <p>Une gamme est une suite finie de notes réparties sur une octave.</p> <p>Dans l'Antiquité, la construction des gammes était basée sur des fractions simples, (<math>2/1</math>, <math>3/2</math>, <math>4/3</math>, etc.). En effet, des sons dont les fréquences sont dans ces rapports simples étaient alors considérés comme les seuls à être consonants.</p> <p>Une quinte est un intervalle entre deux fréquences de rapport <math>3/2</math>.</p> <p>Les gammes dites de Pythagore sont basées sur le cycle des quintes.</p> <p>Pour des raisons mathématiques, ce cycle des quintes ne « reboucle » jamais sur la note de départ.</p> <p>Cependant, les cycles de 5, 7 ou 12 quintes « rebouclent » presque. Pour les gammes associées, l'identification de la dernière note avec la première impose que l'une des quintes du cycle ne corresponde pas exactement à la fréquence <math>3/2</math>.</p> | <p>Calculer des puissances et des quotients en lien avec le cycle des quintes.</p> <p>Mettre en place un raisonnement mathématique pour prouver que le cycle des quintes est infini.</p> |                                                                                                                                  |  |                                                                                           |
| Les intervalles entre deux notes consécutives des gammes dites de Pythagore ne sont pas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Utiliser la racine douzième de 2 pour partager l'octave en douze intervalles égaux.                                                                                                      |                                                                                                                                  |  |                                                                                           |

| égaux, ce qui entrave la transposition.<br>La connaissance des nombres irrationnels a permis, au XVII <sup>e</sup> siècle, de construire des gammes à intervalles égaux.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Prérequis et limites</b><br>La construction des gammes dites 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 « au tempérament égal » permet de comprendre en quoi la découverte des nombres irrationnels a des applications en dehors du champ mathématique.<br>La racine douzième de 2 est introduite par analogie avec la racine carrée, en lien avec l'utilisation de la calculatrice. |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| <b>4.3 – Le son, une information à coder</b><br>Le son, vibration de l'air, peut être enregistré sur un support informatique. Les techniques numériques ont mis en évidence un nouveau type de relations entre les sciences et les sons, le processus de numérisation dérivant lui-même de théories mathématiques et informatiques.                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |
| Savoirs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Savoir-faire                                                                                         | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                                                                                                                                                                                                                             | Sauts conceptuels en première                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Liens avec les programmes de spécialité |
| Pour numériser un son, on procède à la discrétisation du signal analogique sonore (échantillonnage et quantification).<br>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.<br>La reproduction fidèle du signal analogique nécessite une fréquence d'échantillonnage au moins double de celle du son.                                                                                                                              | Justifier le choix des paramètres de numérisation d'un son.<br>Estimer la taille d'un fichier audio. | <b>Mathématiques</b><br>Discrétisation d'une fonction<br>Lecture de représentations graphiques<br>Nombres en écriture binaire<br>Unités de temps, unités de quantité de données, débit<br>Taux (de compression)<br><i>Utilisation du tableur</i><br><i>Programmation Python</i><br><i>Logiciel de géométrie dynamique</i> | On introduit la notion de fréquence d'échantillonnage et de quantification comme outils permettant de caractériser la qualité d'une numérisation en termes de fidélité par rapport au signal analogique numérisé.<br><br>On aborde la notion de taille et de compression de fichier audio que l'on relie à la perte d'informations en fonction du taux de compression. |                                         |
| La compression consiste à diminuer la taille d'un fichier afin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Calculer un taux de compression.                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |

|                                                                                                                                                                                                                  |                                                                            |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| de faciliter son stockage et sa transmission.<br>Les techniques de compression spécifiques au son, dites « avec perte d'information », éliminent les informations sonores auxquelles l'oreille est peu sensible. | Comparer des caractéristiques et des qualités de fichiers audio compressés |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

#### Prérequis et limites

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.

#### 4.4 – Entendre la musique

L'air qui vibre n'est musique que parce que notre oreille l'entend et que notre cerveau la perçoit comme telle. Mais l'excès de sons, même s'il est musical, est une forme de perturbation de l'environnement.

| Savoirs                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Savoir-faire                                                                                                                                                                | Capacités exigibles de seconde remobilisables                                                                                                                                                                                  | Sauts conceptuels en première | Liens avec les programmes de spécialité |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| 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.                                                | <b>Physique-chimie :</b><br>Émission et propagation d'un signal sonore.<br><br>Décrire le principe de l'émission d'un signal sonore par la mise en vibration d'un objet et l'intérêt de la présence d'une caisse de résonance. |                               |                                         |
| L'être humain peut percevoir des sons de niveaux d'intensité approximativement compris entre 0 et 120 dB.<br>Les sons audibles par les humains ont des fréquences comprises entre 20 et 20 000 Hz.<br>Dans l'oreille interne, des structures cellulaires (cils vibratiles) entrent en résonance | Relier la structure des cellules ciliées à la perception du son et à la fragilité du système auditif.<br>Relier l'intensité du son au risque encouru par l'oreille interne. | Expliquer le rôle joué par le milieu matériel dans le phénomène de propagation d'un signal sonore.                                                                                                                             |                               |                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                     |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| avec les vibrations reçues et les traduisent en un message nerveux qui se dirige vers le cerveau.<br>Les cils vibratiles sont fragiles et facilement endommagés par des sons trop intenses. Les dégâts sont alors irréversibles et peuvent causer une surdité.                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | Citer les domaines de fréquences des sons audibles, des infrasons et des ultrasons.<br><br>Exploiter une échelle de niveau d'intensité sonore et citer les dangers inhérents à l'exposition sonore. |  |  |
| 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. | <b>SVT</b><br>Notion d'aire cérébrale                                                                                                                                                               |  |  |
| <b>Prérequis et limites</b><br>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. |                                                                                               |                                                                                                                                                                                                     |  |  |