

Analyse du programme d'enseignement scientifique en terminale

Capacités antérieures re mobilisables, sauts conceptuels en terminale et liens avec les programmes de spécialité

SVT Mathématiques Physique-chimie

1 – Science, climat et société

L'atmosphère primitive de la Terre était différente de celle d'aujourd'hui. Sa transformation au cours des milliards d'années est liée aux processus géologiques et biologiques.

Depuis la révolution industrielle, l'activité humaine modifie de manière significative la composition atmosphérique. Ces modifications affectent l'équilibre dynamique des enveloppes fluides de la Terre.

Les conséquences de l'activité humaine sur la composition atmosphérique, celles qui sont déjà observées et celles qui sont prévisibles, sont multiples et importantes, tant pour l'humanité que pour les écosystèmes. Les choix raisonnés des individus et des sociétés dans ce domaine s'appuient sur les apports des sciences et des technologies.

Histoire, enjeux et débats

- Les enjeux du réchauffement climatique global.
- Les acteurs des analyses climatiques : recherche et programmes mondiaux (Organisation Météorologique Mondiale, modèles climatiques) ; coordination (Nations-Unies) ; évaluation (Groupe Intergouvernemental pour l'Étude du Climat).
- Un enjeu mondial : l'océan.
- Les ressources et les utilisations de l'énergie dans le monde.
- Le trou dans la couche d'ozone : de sa découverte à des prises de décisions mondiales

1.1 L'atmosphère terrestre et la vie

Depuis l'époque de sa formation, quasi concomitante avec celle du Soleil et des autres planètes du système solaire, la Terre a connu une évolution spécifique de sa surface et de la composition de son atmosphère. Sa température de surface permet l'existence d'eau liquide, formant l'hydrosphère.

Aux facteurs physiques et géologiques (activité solaire, distance au Soleil, tectonique) s'est ajoutée l'émergence des êtres vivants et de leurs métabolismes. Un fragile équilibre est atteint, qui permet la vie et la maintient.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
---------	--------------	---------------------------------------	------------------------------	---

<p>Il y a environ 4,6 milliards d'années, l'atmosphère primitive était composée de N₂, CO₂ et H₂O. Sa composition actuelle est d'environ 78 % de N₂ et 21 % de O₂, avec des traces d'autres gaz (dont H₂O, CO₂, CH₄, N₂O).</p> <p>Le refroidissement de la surface de la Terre primitive a conduit à la liquéfaction de la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère initiale. L'hydrosphère s'est formée, dans laquelle s'est développée la vie.</p> <p>Les premières traces de vie sont datées d'il y a au moins 3,5 milliards d'années. Par leur métabolisme photosynthétique, des cyanobactéries ont produit le dioxygène qui a oxydé, dans l'océan, des espèces chimiques réduites. Le dioxygène s'est accumulé à partir de 2,4 milliards d'années dans l'atmosphère. Sa concentration</p>	<p>Analyser des données, en lien avec l'évolution de la composition de l'atmosphère au cours des temps géologiques.</p> <p>Déterminer l'état physique de l'eau pour une température et une pression donnée à partir de son diagramme d'état.</p> <p>Mettre en relation la production de O₂ dans l'atmosphère avec des indices géologiques (oxydes de fer rubanés, stromatolithes ...).</p> <p>Ajuster les équations des réactions chimiques d'oxydation du fer par le dioxygène.</p> <p>Interpréter des spectres d'absorption de l'ozone et de l'ADN dans le domaine ultraviolet.</p> <p>Analyser un schéma représentant le cycle biogéochimique du carbone pour comparer les stocks des différents réservoirs et identifier les</p>	<p>Classe de première en enseignement scientifique : 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.</p> <p>Physique-chimie</p> <p>Identifier, à partir de valeurs de référence, une espèce chimique par ses températures de changement d'état, sa masse volumique ou par des tests chimiques.</p> <p>Citer des exemples de changements d'état physique de la vie courante et dans l'environnement.</p>	<p>Les élèves savent identifier l'état physique d'une espèce chimique, à pression normale, pour une température donnée connaissant les températures de changement d'état. Le diagramme d'état permet de le faire pour différentes pressions. On l'applique ici à l'eau.</p> <p>La modélisation mathématique de la dilatation thermique n'est qu'un outil, elle n'est pas exigible.</p>	<p>En physique-chimie en première les élèves modélisent une réaction d'oxydo-réduction en utilisant le formalisme des couples oxydant/réducteur</p> <p>En physique-chimie en terminale le thème sur l'énergie permet d'aller plus loin sur les bilans d'énergie. On y traite notamment du bilan thermique Terre-atmosphère (exploitation de loi de Stefan-Boltzmann).</p>
--	---	--	--	---

<p>atmosphérique actuelle a été atteinte il y a 500 millions d'années environ.</p> <p>Les sources et puits de dioxygène atmosphérique sont aujourd'hui essentiellement liés aux êtres vivants (photosynthèse et respiration) et aux combustions.</p> <p>Sous l'effet du rayonnement ultraviolet solaire, le dioxygène stratosphérique peut se dissocier, initiant une transformation chimique qui aboutit à la formation d'ozone. Celui-ci constitue une couche permanente de concentration maximale située à une altitude d'environ 30 km. La couche d'ozone absorbe une partie du rayonnement ultraviolet solaire et protège les êtres vivants de ses effets mutagènes.</p> <p>Le carbone est stocké dans plusieurs réservoirs superficiels : l'atmosphère,</p>	<p>flux principaux de carbone d'origine anthropique ou non.</p>	<p>Établir l'écriture d'une équation pour un changement d'état.</p> <p>Modéliser, à partir de données expérimentales, une transformation par une réaction, établir l'équation de réaction associée et l'ajuster.</p> <p>La notion de spectre est vue en seconde et en première dans le cadre de l'enseignement scientifique (partie bilan radiatif de la Terre notamment).</p>		
---	---	--	--	--

<p>les sols, les océans, la biosphère et les roches. Les échanges de carbone entre ces réservoirs sont quantifiés par des flux (tonne/an). Les quantités de carbone dans les différents réservoirs sont constantes lorsque les flux sont équilibrés. L'ensemble de ces échanges constitue le cycle du carbone sur Terre.</p> <p>Les combustibles fossiles se sont formés à partir du carbone des êtres vivants, il y a plusieurs dizaines à plusieurs centaines de millions d'années. Ils ne se renouvellent pas suffisamment vite pour que les stocks se reconstituent : ces ressources en énergie sont dites non renouvelables.</p>				
---	--	--	--	--

Prérequis et limites
L'enjeu est de comprendre les relations étroites entre l'histoire de la Terre et celle de la vie. Sans chercher à dater précisément chaque événement, il s'agit de connaître les différentes échelles de temps concernées. Aucun développement général sur les réactions d'oxydo-réduction n'est attendu.

1.2 La complexité du système climatique
Le système climatique et son évolution dans le temps résultent de plusieurs facteurs naturels et d'interactions entre océans, atmosphère, biosphère, lithosphère et cryosphère. Il est nécessaire de prendre en compte ces interactions à différentes échelles spatiales et temporelles (de l'année au million d'années voire davantage). Le système climatique présente une variabilité spontanée et réagit aux perturbations de son bilan d'énergie par des mécanismes appelés rétroactions. Les facteurs anthropiques ont des conséquences irréversibles à court terme.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>Un climat est défini par un ensemble de moyennes de grandeurs atmosphériques observées dans une région donnée pendant une période donnée. Ces grandeurs sont principalement la température, la pression, le degré d'hygrométrie, la pluviométrie, la nébulosité, la vitesse et la direction des vents.</p> <p>La climatologie étudie les variations du climat local ou global à moyen ou long terme (années, siècles, millénaires, ...).</p> <p>La météorologie étudie les phénomènes atmosphériques qu'elle prévoit à court terme (jours, semaines).</p> <p>La température moyenne de la Terre, calculée à partir de mesures <i>in situ</i> et depuis l'espace par des satellites, est l'un des indicateurs du climat global. Il en existe d'autres :</p>	<p>Distinguer sur un document des données relevant du climat d'une part, de la météorologie d'autre part.</p> <p>Identifier des tendances d'évolution de la température sur plusieurs échelles de temps à partir de graphiques.</p> <p>Identifier des traces géologiques de variations climatiques passées (pollens, glaciers).</p>	<p>SVT Les notions déjà connues sur la photosynthèse et les écosystèmes sont mobilisées.</p>		

<p>volume des océans, étendue des glaces et des glaciers,</p> <p>Le climat de la Terre présente une variabilité naturelle sur différentes échelles de temps. Toutefois, depuis plusieurs centaines de milliers d'années, jamais la concentration du CO₂ atmosphérique n'a augmenté aussi rapidement qu'actuellement.</p>				
<p>Depuis un siècle et demi, on mesure un réchauffement climatique global (environ +1°C). Celui-ci est la réponse du système climatique à l'augmentation du forçage radiatif (différence entre l'énergie radiative reçue et l'énergie radiative émise) due aux émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère : CO₂, CH₄, N₂O et vapeur d'eau principalement.</p> <p>Lorsque la concentration des GES augmente, l'atmosphère absorbe davantage le rayonnement thermique infrarouge émis par la surface de la Terre. En</p>	<p>Déterminer la capacité d'un gaz à influencer l'effet de serre atmosphérique à partir de son spectre d'absorption des ondes électromagnétiques.</p> <p>Interpréter des documents donnant la variation d'un indicateur climatique en fonction du temps (date de vendanges, niveau de la mer, extension d'un glacier, ...).</p>			

<p>retour, il en résulte une augmentation de la puissance radiative reçue par le sol de la part de l'atmosphère.</p> <p>Cette puissance additionnelle entraîne une perturbation de l'équilibre radiatif qui existait à l'ère préindustrielle.</p> <p>L'énergie supplémentaire associée est essentiellement stockée par les océans, mais également par l'air et les sols, ce qui se traduit par une augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre et la montée du niveau des océans</p>	<p>Analyser la variation au cours du temps de certaines grandeurs telles que l'augmentation de la teneur atmosphérique en CO₂, la variation de température moyenne, des indicateurs de l'activité économique mondiale.</p>			
<p>L'évolution de la température terrestre moyenne résulte de plusieurs effets amplificateurs (rétroaction positive), dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'augmentation de la concentration en vapeur d'eau (gaz à effet de serre) dans l'atmosphère ; - la décroissance de la surface couverte par 	<p>Identifier les relations de causalité (actions et rétroactions) qui sous-tendent la dynamique d'un système.</p>			

<p>les glaces et diminution de l'albédo terrestre ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - le dégel partiel du permafrost provoquant une libération de GES dans l'atmosphère. <p>L'océan a un rôle amortisseur en absorbant à sa surface une fraction importante de l'apport additionnel d'énergie. Cela conduit à une élévation du niveau de la mer causée par la dilatation thermique de l'eau. À celle-ci s'ajoute la fusion des glaces continentales.</p> <p>Cette accumulation d'énergie dans les océans rend le changement climatique irréversible à des échelles de temps de plusieurs siècles.</p> <p>À court terme, un accroissement de la végétalisation constitue un puits de CO₂ et a donc un effet de rétroaction négative (stabilisatrice).</p>	<p>Réaliser et interpréter une expérience simple, mettant en évidence la différence d'impact entre la fusion des glaces continentales et des glaces de mer.</p> <p>Estimer la variation du volume de l'océan associée à une variation de température donnée, en supposant cette variation limitée à une couche superficielle d'épaisseur donnée.</p>	<p>Classe de première en enseignement scientifique</p> <p>La photosynthèse permet l'entrée dans la biosphère de matière minérale stockant de l'énergie sous forme chimique.</p> <p>SVT (2^{nde})</p> <p>Métabolisme des cellules - autotrophie</p>		<p>En spécialité SVT en terminale</p> <p>La plante, productrice de matière organique</p>
---	--	--	--	---

Prérequis et limites

Les notions d'équilibre radiatif de la Terre et d'effet de serre atmosphérique, étudiées en classe de première, sont mobilisées. L'étude des paramètres orbitaux de la Terre et de leur influence sur le climat n'est pas au programme

1.3 Le climat du futur

L'analyse du système climatique, réalisée à l'aide de modèles numériques, repose sur des mesures et des calculs faisant appel à des lois physiques, chimiques, biologiques connues. Assorties d'hypothèses portant sur l'évolution de la production des gaz à effet de serre, les projections issues de ces modèles dessinent des fourchettes d'évolution du système climatique au XXI^e siècle.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>Les modèles climatiques s'appuient sur :</p> <ul style="list-style-type: none">- la mise en équations des mécanismes essentiels qui agissent sur le système Terre ;- des méthodes numériques de résolution. <p>Les résultats des modèles sont évalués par comparaison aux observations <i>in situ</i> et spatiales ainsi qu'à la connaissance des paléoclimats.</p> <p>Ces modèles, nombreux et indépendants, réalisent des projections climatiques. Après avoir anticipé les</p>	<p>Mettre en évidence le rôle des différents paramètres de l'évolution climatique, en exploitant un logiciel de simulation de celle-ci, ou par la lecture de graphiques.</p>			<p>En spécialité SVT en terminale L'objectif de ce thème est de s'approprier les outils nécessaires pour appréhender les enjeux climatiques contemporains en établissant des comparaisons avec différents exemples de variations climatiques passées. Comprendre que les méthodes d'étude et les mécanismes expliquant les variations constatées peuvent être de natures différentes.</p> <p>L'étude du réchauffement climatique, celle de ses causes mais aussi de ses conséquences sur l'atmosphère et sur les océans sont abordées en complémentarité par l'enseignement scientifique dispensé en classe terminale.</p>

<p>évolutions des dernières décennies, ils estiment les variations climatiques globales et locales à venir sur des décennies ou des siècles.</p>				<p>En spécialité SVT en première Les écosystèmes : des interactions dynamiques entre les êtres vivants et entre eux et leur milieu</p> <p>En spécialité SVT en terminale Notions fondamentales : élaboration du consensus scientifique, stratégies d'atténuation et d'adaptation.</p>
<p>L'analyse scientifique combinant observations, éléments théoriques et modélisations numériques permet aujourd'hui de conclure que l'augmentation de température moyenne depuis le début de l'ère industrielle est liée à l'activité humaine : CO₂ produit par la combustion d'hydrocarbures, la déforestation, la production de ciment ; CH₄ produit par les fuites de gaz naturel, la fermentation dans les décharges, certaines activités agricoles.</p> <p>Les modèles s'accordent à prévoir, avec une forte probabilité d'occurrence, dans des fourchettes dépendant de la quantité émise de GES :</p>	<p>Exploiter les résultats d'un modèle climatique pour expliquer des corrélations par des liens de cause à effet.</p>			

<ul style="list-style-type: none"> - une augmentation de 1,5 à 5°C de la température moyenne entre 2017 et la fin du XXI^e siècle ; - une élévation du niveau moyen des océans entre le début du XXI^e siècle et 2100 pouvant atteindre le mètre ; - des modifications des régimes de pluie et des événements climatiques extrêmes ; - une acidification des océans ; <p>un impact majeur sur les écosystèmes terrestres et marins.</p>				
---	--	--	--	--

Prérequis et limites

Les notions déjà connues sur la photosynthèse et les écosystèmes sont mobilisées. Les équations mathématiques utilisées dans les modèles climatiques ne sont pas évoquées.

1.4 Énergie, choix de développement et futur climatique

La consommation mondiale d'énergie fait majoritairement appel aux combustibles fossiles, principale cause du réchauffement climatique. Il est donc essentiel d'identifier, pour toute activité, individuelle ou collective, ou tout produit, l'impact sur la production de gaz à effet de serre. L'identification d'autres effets collatéraux, notamment sur la santé, est importante. Les différents scénarios de l'évolution globale du climat dépendent des stratégies que l'humanité mettra en œuvre.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>L'énergie utilisée dans le monde provient d'une diversité de ressources parmi lesquelles les combustibles fossiles dominant.</p> <p>La consommation en est très inégalement répartie selon la richesse des pays et des individus.</p> <p>La croissance de la consommation globale (doublement dans les 40 dernières années) est directement liée au modèle industriel de production et de consommation des sociétés.</p> <p>En moyenne mondiale, cette énergie est utilisée à parts comparables par le secteur industriel, les transports, le secteur de l'habitat et dans une moindre mesure par le secteur agricole.</p> <p>Les énergies primaires sont disponibles sous forme de stocks (combustibles fossiles, uranium) et de flux (flux radiatif solaire, flux géothermique, puissance</p>	<p>Utiliser les différentes unités d'énergie employées (Tonne Équivalent Pétrole (TEP), kWh, ...) et les convertir en joules – les facteurs de conversion étant fournis.</p> <p>Exploiter des données de production et d'utilisation d'énergie à différentes échelles (mondiale, nationale, individuelle, ...).</p> <p>Comparer quelques ordres de grandeur d'énergie et de puissance : corps humain, objets du quotidien, centrale électrique, flux radiatif solaire, ...</p>	<p>L'unité internationale de l'énergie (J) et ses multiples sont connus et utilisés depuis le collège.</p> <p>Physique-chimie Identifier le réactif limitant à partir des quantités de matière des réactifs et de l'équation de réaction.</p> <p>Modéliser, par l'écriture d'une équation de réaction, la combustion du carbone et du méthane</p> <p>Exploiter la relation entre l'énergie transférée lors d'un changement d'état et l'énergie massique de changement d'état de l'espèce.</p> <p>Conservation de la masse au cours d'une transformation chimique.</p>	<p>De nouvelles unités d'énergie, pratiques selon le contexte sont introduites.</p> <p>Le bilan de matière d'une réaction chimique est un concept nouveau pour les élèves qui ne suivent pas la spécialité physique-chimie.</p>	<p>En physique-chimie, l'utilisation d'un tableau d'avancement pour dresser un bilan de matière et le calcul des quantités de matières à partir de grandeurs molaires ne sont travaillés qu'en spécialité à partir de la première.</p>

gravitationnelle à l'origine des marées).				
La combustion de carburants fossiles et de biomasse libère du dioxyde de carbone et également des aérosols et d'autres substances (N ₂ O, O ₃ , suies, produits soufrés), qui affectent la qualité de l'air respiré et la santé.	Calculer la masse de dioxyde de carbone produite par unité d'énergie dégagée pour différents combustibles (l'équation de réaction et l'énergie massique dégagée étant fournies). À partir de documents épidémiologiques, identifier et expliquer les conséquences sur la santé de certains polluants atmosphériques, telles les particules fines résultant de combustions.			
L'empreinte carbone d'une activité ou d'une personne est la masse de CO ₂ produite directement ou indirectement par sa consommation d'énergie et/ou de matière première.	Comparer sur l'ensemble de leur cycle de vie les impacts d'objets industriels (par exemple, voiture à moteur électrique ou à essence). À partir de documents, analyser l'empreinte carbone de différentes activités humaines et proposer des comportements pour la minimiser ou la compenser.			
Les scénarios de transition écologique font différentes hypothèses sur la quantité de GES émise dans le futur. Ils évaluent les changements prévisibles, affectant les écosystèmes et les conditions de vie des êtres humains, principalement les plus	Analyser l'impact de l'augmentation du CO ₂ sur le développement de la végétation. Analyser des extraits de documents du GIEC ou d'accords internationaux			

<p>fragiles.</p> <p>Les projections fournies par les modèles permettent de définir les aléas et peuvent orienter les prises de décision. Les mesures d'adaptation découlent d'une analyse des risques et des options pour y faire face.</p>	<p>proposant différents scénarios.</p>			
---	--	--	--	--

2 – Le futur des énergies

Parmi les énergies, l'électricité joue un rôle majeur dans le développement économique. Produire de l'électricité sans contribuer au réchauffement climatique, en concevoir le stockage sous d'autres formes, optimiser son transport deviennent des objectifs majeurs d'une transition climatique et environnementale.

L'histoire du développement des générateurs d'électricité fournit de féconds exemples d'échanges entre la science fondamentale, la technologie et l'industrie.

Histoire, enjeux, débat

- L'essor de l'électromagnétisme au XIX^e siècle.
- Einstein et les quanta.
- Aspects historiques de la distribution d'énergie électrique. □ Les combustibles alternatifs à empreinte carbone réduite.
- Les enjeux de l'utilisation de l'énergie nucléaire : de la fission à la fusion contrôlée.

Les accumulateurs électrochimiques dans la société.

2.1 Deux siècles d'énergie électrique

Depuis le XIX^e siècle, les progrès de la recherche scientifique fondamentale et de l'invention technique ont conduit à développer des générateurs électriques pratiques, performants, à l'impact climatique et environnemental de moins en moins marqué.

Historiquement, le développement des techniques d'obtention d'énergie électrique s'est appuyé sur des découvertes expérimentales et des avancées théoriques qui furent souvent le résultat de recherches dont ce développement n'était pas le but premier. Il est ainsi fréquent que les résultats de la recherche fondamentale aboutissent à des innovations technologiques non anticipées.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>Les alternateurs électriques exploitent le phénomène d'induction électromagnétique découvert par Faraday puis théorisé par Maxwell au XIX^e siècle.</p> <p>Ils réalisent une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique avec un rendement</p>	<p>Reconnaître les éléments principaux d'un alternateur (source de champ magnétique et fil conducteur mobile) dans un schéma fourni.</p> <p>Analyser les propriétés d'un alternateur modèle étudié expérimentalement en classe.</p> <p>Définir le rendement d'un</p>	<p>Physique-chimie : Il est possible que les élèves aient été sensibilisés à différents modes de production de l'énergie électrique, notamment les centrales thermiques et nucléaires qui mettent en jeu un alternateur.</p>	<p>Il s'agit de mettre en évidence que le mouvement d'un conducteur électrique dans un champ magnétique permet dans certaines conditions la création d'un courant électrique, la loi de Faraday n'étant pas exigible.</p>	<p>En physique chimie, la notion de champ est vue en spécialité de première, elle est poursuivie en terminale. En revanche elle ne met en jeu que le champ électrique et pas le champ magnétique.</p> <p>On aborde également l'effet joule et la notion de rendement d'un convertisseur</p>

<p>potentiellement très proche de 1.</p> <p>Au début du XX^e siècle, la physique a connu une révolution conceptuelle à travers la vision quantique qui introduit un comportement probabiliste de la nature. Le caractère discret des spectres de raies d'émission des atomes s'explique de cette façon.</p> <p>L'exploitation technologique des matériaux semiconducteurs, en particulier du silicium, en est également une conséquence.</p> <p>Ces matériaux sont utilisés en électronique et sont constitutifs des capteurs photovoltaïques. Ceux-ci absorbent l'énergie radiative et la convertissent en énergie électrique.</p>	<p>alternateur et citer un phénomène susceptible de l'influencer.</p> <p>Interpréter et exploiter un spectre d'émission atomique.</p> <p>Comparer le spectre d'absorption d'un matériau semiconducteur et le spectre solaire pour décider si ce matériau est susceptible d'être utilisé pour fabriquer un capteur photovoltaïque.</p> <p>Tracer la caractéristique $i(u)$ d'une cellule photovoltaïque et exploiter cette représentation pour déterminer la résistance d'utilisation maximisant la puissance électrique délivrée.</p>	<p>Lumière blanche, lumière colorée. Spectres d'émission : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies.</p> <p>Exploiter la caractéristique d'un dipôle électrique : point de fonctionnement, modélisation par une relation $U = f(I)$ ou $I = g(U)$. Utiliser la loi d'Ohm.</p> <p>Puissance électrique en courant continu $P = U \cdot I$</p> <p>Relation Energie, puissance et durée : $\Delta E = P \Delta t$</p>	<p>La notion de rendement est une notion nouvelle qui permet d'illustrer l'efficacité d'un convertisseur d'énergie.</p>	<p>En physique chimie, en spécialité de terminale, on aborde à partir du mois de mars-avril la modélisation de la lumière comme un flux de photons et l'on interprète l'effet photoélectrique sur le plan qualitatifs et quantitatif (notion de travail d'extraction, relation entre énergie cinétique des électrons et fréquence du rayonnement...).</p>
---	--	--	---	---

Prérequis et limites

Les spectres de raies d'émission atomiques ainsi que les notions de caractéristique $i(u)$ et de point de fonctionnement d'un dipôle électrique, déjà connues, sont utilisés. La loi de Faraday est hors programme.

2.2 Les atouts de l'électricité

L'énergie électrique présente de nombreux avantages : une distribution aisée, sûre et à faible impact écologique ; l'existence de réseaux de distribution très étendus ; la disponibilité de convertisseurs de bon rendement permettant de transformer l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie ou, symétriquement, d'obtenir de l'énergie électrique. L'existence de procédés d'obtention d'énergie électrique sans combustion justifie le rôle central que cette forme d'énergie est amenée à jouer à l'avenir.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>Trois méthodes permettent d'obtenir de l'énergie électrique sans nécessiter de combustion :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la conversion d'énergie mécanique, soit directe (dynamos, éoliennes, hydroliennes, barrages hydroélectriques), soit indirecte à partir d'énergie thermique (centrales nucléaires, centrales solaires thermiques, géothermie) ; - la conversion de l'énergie radiative reçue du Soleil (panneaux photovoltaïques) ; - la conversion électrochimique (piles ou accumulateurs conventionnels, piles à hydrogène). <p>Ces méthodes sans combustion ont néanmoins un impact sur l'environnement et la biodiversité ou présentent des risques spécifiques (pollution</p>	<p>Décrire des exemples de chaînes de transformations énergétiques permettant d'obtenir de l'énergie électrique à partir de différentes ressources primaires d'énergie.</p> <p>Calculer le rendement global d'un système de conversion d'énergie.</p> <p>Analyser des documents présentant les conséquences de l'utilisation de ressources géologiques (métaux rares, etc.).</p> <p>Comparer différents dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères (masses mises en jeu, capacité et durée de stockage, impact écologique).</p>	<p>Physique-chimie</p> <p>Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie.</p> <p>Établir un bilan énergétique pour un système simple.</p> <ul style="list-style-type: none"> » Sources. » Transferts. » Conversion d'un type d'énergie en un autre » Conservation de l'énergie. 	<p>La notion de rendement est une notion nouvelle qui permet d'illustrer l'efficacité d'un convertisseur d'énergie.</p>	<p>En physique chimie en spécialité de première</p> <p>On aborde l'effet joule et la notion de rendement d'un convertisseur.</p> <p>En spécialité en terminale on se focalise sur le condensateur (capacité, modèle du circuit RC série).</p>

<p>chimique, déchets radioactifs, accidents industriels, ...).</p> <p>Pour faire face à l'intermittence liée à certains modes de production ou à la consommation, l'énergie électrique doit être convertie sous une forme stockable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - énergie chimique (accumulateurs) ; - énergie potentielle (barrages) ; <p>énergie électromagnétique (super-capacités).</p>				
<p>Prérequis et limites</p> <p>Les lois de l'électricité, les notions d'énergie et de puissance électriques ainsi que celles d'énergie cinétique et potentielle, déjà rencontrées, sont mobilisées. Aucune expression d'énergie stockée par un système donné n'est exigible</p>				
<p>2.3 Optimisation du transport de l'électricité</p> <p><i>La minimisation des pertes par effet Joule dans la distribution d'électricité le long d'un réseau entre dans le cadre général des problèmes mathématiques de transport et d'optimisation sous contraintes. Ces problèmes, très difficiles à résoudre car non linéaires, nécessitent des traitements numériques lorsqu'ils mettent en jeu un nombre important d'inconnues ou de données.</i></p> <p><i>Présentés ici dans le cadre du transport d'électricité, les graphes sont des modèles mathématiques utilisés pour traiter des problèmes relevant de domaines variés : transport d'information dans un réseau informatique, réseaux sociaux, transactions financières, analyses génétiques, etc.</i></p>				
Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>Au cours du transport, une partie de l'énergie électrique, dissipée dans l'environnement par effet Joule, ne parvient pas à l'utilisateur.</p>	<p>Faire un schéma d'un circuit électrique modélisant une ligne à haute tension.</p>	<p>Physique chimie Exploiter la loi des mailles et la loi des nœuds dans un circuit électrique comportant au plus deux mailles.</p>	<p>Le graphe orienté est un nouveau mode de modélisation. La théorie mathématique des graphes n'est pas exigible. Ces derniers</p>	<p>En spécialité physique chimie de première On aborde aussi la modélisation d'une source réelle de tension continue comme association en série</p>

<p>L'utilisation de la haute tension dans les lignes électriques limite les pertes par effet Joule, à puissance transportée fixée.</p>	<p>Utiliser les formules littérales reliant la puissance à la résistance, l'intensité et la tension pour identifier l'influence de ces grandeurs sur l'effet Joule.</p>	<p>Utiliser la loi d'Ohm. Puissance électrique en courant continu $P = U.I$</p>	<p>sont à expliciter en contexte. La compétence mathématique "modéliser" est régulièrement investie dans ce thème.</p>	<p>d'une source idéale de tension continue et d'une résistance. On aborde également l'effet joule.</p>
<p>Un réseau de transport électrique peut être modélisé mathématiquement par un graphe orienté dont les arcs représentent les lignes électriques et dont les sommets représentent les sources distributrices, les nœuds intermédiaires et les cibles destinataires. Dans ce modèle, l'objectif est de minimiser les pertes par effet Joule sur l'ensemble du réseau sous les contraintes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'intensité totale sortant d'une source est limitée par la puissance maximale distribuée ; - l'intensité totale entrant dans chaque nœud intermédiaire est égale à l'intensité totale qui en sort ; <p>l'intensité totale arrivant à chaque cible est imposée par la puissance qui y est utilisée.</p>	<p>Modéliser un réseau de distribution électrique simple par un graphe orienté. Exprimer mathématiquement les contraintes et la fonction à minimiser.</p> <p>Sur l'exemple d'un réseau comprenant uniquement deux sources, un nœud intermédiaire et deux cibles, formuler le problème de minimisation des pertes par effet Joule et le résoudre pour différentes valeurs numériques correspondant aux productions des sources et aux besoins des cibles.</p>	<p>Les lectures graphiques sont à exploiter, ainsi que les fonctionnalités des logiciels de géométrie dynamique, de calcul formel et Python.</p>	<p></p>	<p>En mathématiques La résolution des équations du second degré est du programme de spécialité de première.</p>

Prérequis et limites

Les relations quantitatives associées à l'effet Joule sont connues pour le courant continu. Elles sont admises ou fournies pour le courant alternatif. La notion de facteur de puissance est hors programme.

La notion de graphe, abordée dans l'enseignement de sciences numériques et technologie de seconde, est ici mobilisée. Il convient d'insister sur la différence entre les deux types de modèles introduits dans ce sous-thème, le modèle de circuit électrique et le modèle mathématique de graphe.

Les connaissances sur les fonctions sont mobilisées.

2.4 Choix énergétiques et impacts sur les sociétés

Pour les sociétés, l'enjeu climatique et environnemental est celui d'une transition entre la situation actuelle et un développement fondé sur un régime durable de conversion et d'utilisation de l'énergie. La complexité de cette transition impose de connaître, comprendre et hiérarchiser les paramètres sur lesquels il est possible d'agir, individuellement et collectivement.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>Pour que soit mise en œuvre une adaptation efficace aux changements inéluctables et qu'en soit atténué l'impact négatif, les choix énergétiques supposent une compréhension globale du système Terre.</p> <p>Ces choix doivent tenir compte de nombreux critères et paramètres : disponibilité des ressources et adéquation aux besoins, impacts (climatique, écologique, sanitaire, agricole), vulnérabilités et gestion des risques, faisabilité, conséquences économiques et sociales. L'analyse de ces éléments</p>	<p>Analyser d'un point de vue global les impacts de choix énergétiques majeurs : exemple du nucléaire.</p> <p>Dans une étude de cas, analyser des choix énergétiques locaux selon les critères et les paramètres mentionnés.</p>			<p>En spécialité SVT en première Enjeux contemporains de la planète Ecosystèmes et services environnementaux</p>

<p>de décision conduit le plus souvent à une recherche de diversification ou d'évolution des ressources (mix énergétique).</p> <p>Les durées longues, liées à l'inertie de certains systèmes (infrastructures énergétiques, transports, production industrielle), sont à confronter à l'urgence de l'action.</p> <p>La transition écologique des sociétés repose sur la créativité scientifique et technologique, comme sur l'invention de nouveaux comportements individuels et collectifs (consommations, déplacements, relations Nord-Sud).</p>				
--	--	--	--	--

Prérequis et limites

Ce sous-thème est l'occasion de mettre en perspective l'ensemble des thématiques abordées dans les thèmes 1 et 2. La notion de risques naturels étudiée au collège et en classe de seconde (SVT) est mobilisée. À travers la diversité des exemples, les élèves comprennent l'unité du concept d'énergie

3- Une histoire du vivant

La Terre est habitée par une grande diversité d'êtres vivants. Cette biodiversité est dynamique et issue d'une longue histoire dont l'espèce humaine fait partie. L'évolution constitue un puissant outil de compréhension du monde vivant. Les activités humaines se sont transformées au cours de cette histoire, certaines inventions et découvertes scientifiques ont contribué à l'essor de notre espèce.

Les mathématiques permettent de modéliser la dynamique des systèmes vivants afin de décrire leur évolution. La démarche de modélisation mathématique comporte plusieurs étapes : identification du type de modèle le mieux adapté pour traduire la réalité, détermination des paramètres du modèle, confrontation des résultats du modèle à des observations, qui peut conduire à limiter son domaine de validité ou à le modifier.

L'être humain a construit des machines pour traiter l'information et a créé des langages pour les commander. Avec les méthodes de l'intelligence artificielle, il continue d'étendre les capacités de traitement de données et les domaines d'application de l'informatique.

Histoire, enjeux et débats

- Histoire de l'évolution humaine et découverte de fossiles par les paléontologues.
- La théorie de l'évolution et son application dans différents champs.
- Modèles mathématiques historiques d'accroissement des populations (Malthus, Quetelet, Verhulst) et controverses autour du malthusianisme.
- Histoire de grandes avancées médicales : aseptie (Semmelweis, Pasteur), antibiothérapie (Fleming), vaccination (Jenner, Koch, Pasteur), radiologie (Röntgen), greffe, chimiothérapie, ... □ Biodiversité et impacts des actions humaines.
- Histoire du traitement de l'information : de l'invention de l'écriture aux machines programmables (Jacquard, Babbage) et aux ordinateurs (Lovelace, Turing, Von Neumann, ...).
- Bogue (ou *bugs*) et failles de sécurité des systèmes informatiques, comme contrepartie parfois graves de leur flexibilité.

3.1 La biodiversité et son évolution

Évaluer la biodiversité à différentes échelles spatiales et temporelles représente un enjeu majeur pour comprendre sa dynamique et les conséquences des actions humaines. Les populations évoluent au cours du temps. Des modèles mathématiques probabilistes et des outils statistiques permettent d'étudier les mécanismes évolutifs impliqués

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
Il existe sur Terre un grand nombre d'espèces dont seule une faible proportion est effectivement connue. La biodiversité se mesure par des techniques d'échantillonnage (spécimens ou ADN) qui permettent d'estimer le nombre d'espèces (richesse spécifique) dans différents milieux. Les composantes de la biodiversité	Exploiter des données obtenues au cours d'une sortie de terrain ou d'explorations scientifiques (historiques et/ou actuelles) pour estimer la biodiversité (richesse spécifique et/ou abondance relative de chaque taxon). Quantifier l'effectif d'une	SVT (2^{nde}) La biodiversité change au cours du temps La biodiversité évolue en permanence. Cette évolution est observable sur de courtes échelles de temps, tant au niveau génétique que spécifique. L'étude de la biodiversité du passé par l'examen des fossiles montre que l'état		

<p>peuvent aussi être décrites par l'abondance (nombre d'individus) d'une population, d'une espèce ou d'un plus grand taxon.</p> <p>Il existe plusieurs méthodes permettant d'estimer un effectif à partir d'échantillons.</p> <p>Une estimation ponctuelle d'un effectif par la méthode dite de capture, marquage, recapture repose sur le principe de proportionnalité.</p> <p>À partir d'un seul échantillon, la proportion d'une population portant un caractère donné peut également être estimée à l'aide d'un intervalle de confiance. Une telle estimation est toujours assortie d'un niveau de confiance strictement inférieur à 100 % en raison de la fluctuation des échantillons. Pour un niveau de confiance donné, l'estimation est d'autant plus précise que la taille de l'échantillon est grande.</p>	<p>population ou d'un taxon plus vaste à partir de résultats d'échantillonnage.</p> <p>Estimer une abondance par la méthode de capture, marquage, recapture, fondée sur le calcul d'une quatrième proportionnelle.</p> <p>À l'aide d'un tableur, simuler des échantillons d'un tirage aléatoire à deux issues (vérifier ou non la présence d'un caractère donné) pour visualiser la fluctuation des fréquences d'apparition du caractère.</p> <p>À partir d'un échantillon, estimer, en utilisant une formule donnée, la proportion d'individus possédant le caractère dans la population globale par un intervalle de confiance au niveau de confiance de 95 %.</p>	<p>actuel de la biodiversité correspond à une étape de l'histoire du vivant. Ainsi, les organismes vivants actuels ne représentent-ils qu'une infime partie des organismes ayant existé depuis le début de la vie. Les crises biologiques sont un exemple de modification importante de la biodiversité (extinctions massives suivies de diversification). De nombreux facteurs, dont l'activité humaine, provoquent des modifications de la biodiversité.</p> <p>Les calculs de 4ème proportionnelle sont régulièrement réinvestis depuis la classe de 2nde.</p>	<p>Les compétences mathématiques "modéliser", "raisonner" et "communiquer" sont centrales dans ce thème. Les élèves peuvent ainsi, notamment, comprendre la notion de prise de décision et confronter ce que le modèle propose et la réalité. L'utilisation des intervalles de confiance permet aussi aux élèves de comprendre la versatilité des sondages.</p> <p>L'approche pédagogique du modèle d'Hardy-Weinberg est conditionnée par les spécialités suivies par les élèves.</p>	<p>Les probabilités conditionnelles, les arbres pondérés sont abordés en classe de première uniquement.</p> <p>La notion de fluctuation d'échantillonnage est abordée en contexte en classe de seconde. Les élèves suivant l'option Mathématiques complémentaires de Terminale étudient des modèles d'évolution ainsi que les notions d'échantillonnage et de corrélation et causalité</p> <p>La notion de suite est abordée en classe de première.</p>
<p>Au cours de l'évolution biologique, la composition génétique des populations d'une espèce change de génération en génération. Le modèle mathématique de Hardy-Weinberg utilise la théorie des probabilités pour décrire le</p>	<p>Pour la transmission de deux allèles dans le cadre du modèle de Hardy-Weinberg, établir les relations entre les probabilités des génotypes</p>			

<p>phénomène aléatoire de transmission des allèles dans une population. En assimilant les probabilités à des fréquences pour des effectifs de grande taille (loi des grands nombres), le modèle prédit que la structure génétique d'une population de grand effectif est stable d'une génération à l'autre sous certaines conditions (absence de migration, de mutation et de sélection). Cette stabilité théorique est connue sous le nom d'équilibre de Hardy-Weinberg.</p> <p>Les écarts entre les fréquences observées sur une population naturelle et les résultats du modèle s'expliquent notamment par les effets de forces évolutives (mutation, sélection, dérive, etc.). Les activités humaines (pollution, destruction des écosystèmes, combustions et leurs impacts climatiques, surexploitation d'espèces, ...) ont des conséquences sur la biodiversité et ses composantes (dont la variation d'abondance) et conduisent à l'extinction d'espèces.</p> <p>La fragmentation d'une population</p>	<p>d'une génération et celles de la génération précédente.</p> <p>Produire une démonstration mathématique ou un calcul sur tableur ou un programme en Python pour prouver ou constater que les probabilités des génotypes sont constantes à partir de la seconde génération (modèle de Hardy-Weinberg).</p> <p>Utiliser des logiciels de simulation basés sur ce modèle mathématique.</p> <p>Analyser une situation d'évolution biologique expliquant un écart par rapport au modèle de Hardy-Weinberg.</p> <p>Utiliser un modèle géométrique simple (quadrillage) pour calculer l'impact d'une fragmentation sur la surface disponible pour une espèce.</p>	<p>Les élèves savent depuis le collège que la somme des probabilités des issues élémentaires d'une expérience aléatoire est égale à 1. Le formalisme est introduit en classe de Seconde puis mobilisé en Première.</p> <p>Les élèves ont abordé les fonctions aléatoires sous environnement Python (et aussi sur tableur) en Seconde (resp. Cycle 4 et Seconde).</p>		<p>En spécialité SVT en terminale Comprendre et identifier les facteurs éloignant de l'équilibre théorique de Hardy-Weinberg, notamment l'appariement non-aléatoire, la sélection, la population finie (dérive).</p>
---	--	--	--	---

<p>en plusieurs échantillons de plus faibles effectifs entraîne par dérive génétique un appauvrissement de la diversité génétique d'une population. La connaissance et la gestion d'un écosystème permettent d'y préserver la biodiversité.</p>	<p>À partir d'un logiciel de simulation, montrer l'impact d'un faible effectif de population sur la dérive génétique et l'évolution rapide des fréquences alléliques.</p> <p>Analyser des documents pour comprendre les mesures de protection de populations à faibles effectifs.</p> <p>Identifier des critères de gestion durable d'un écosystème. Envisager des solutions pour un environnement proche.</p>	<p>L'analogie avec le sous-thème "radioactivité" développé en classe de première de l'Enseignement Scientifique est à remobiliser.</p>		
<p>Prérequis et limites</p> <p>Les notions déjà connues de gènes et d'allèles, de diversité allélique, de sélection naturelle, de dérive génétique, de calcul de probabilités et de fluctuation d'échantillonnage sont mobilisées (classe de seconde)</p>				
<p>3.2 L'évolution comme grille de lecture du monde</p> <p><i>Les concepts de biologie évolutive ont une large portée explicative, présentée ici à travers plusieurs exemples. Ils permettent de comprendre l'anatomie comme le résultat d'une longue histoire évolutive, faite d'adaptations, de hasard, de contingences et de compromis. Les concepts de variation et de sélection naturelle éclairent des pratiques humaines (médicales et agricoles) et certaines de leurs conséquences.</i></p>				
<p>Savoirs</p>	<p>Savoir-faire</p>	<p>Capacités exigibles de remobilisables</p>	<p>Saut conceptuel en terminale</p>	<p>Liens avec les programmes de spécialité</p>

<p>Les structures anatomiques présentent des particularités surprenantes d'un point de vue fonctionnel, pouvant paraître sans fonction avérée ou bien d'une étonnante complexité. Elles témoignent de l'évolution des espèces, dont la nôtre. Les caractères anatomiques peuvent être le résultat de la sélection naturelle mais certains sont mieux expliqués par l'héritage de l'histoire évolutive que par leur fonction.</p> <p>L'évolution permet de comprendre des phénomènes biologiques ayant une importance médicale. L'évolution rapide des organismes microbiens nécessite d'adapter les stratégies prophylactiques, les vaccins et les antibiotiques.</p> <p>Depuis la révolution agricole, la pratique intensive de la monoculture, la domestication et l'utilisation de produits phytosanitaires ont un impact sur la biodiversité et son évolution.</p>	<p>Expliquer l'origine d'une structure anatomique en mobilisant les concepts de hasard, de variation, de sélection naturelle et d'adaptation (exemple de l'œil).</p> <p>Interpréter des caractéristiques anatomiques humaines en relation avec des contraintes historiques (comme le trajet de la crosse aortique), des contraintes de construction (comme le téton masculin), des compromis sélectifs (comme les difficultés obstétriques) ou des régressions en cours (comme les dents de sagesse).</p> <p>Mobiliser des concepts évolutionnistes pour expliquer comment des populations microbiennes pourront à longue échéance ne plus être sensibles à un vaccin (ou un antibiotique) ou comment l'utilisation de produits phytosanitaires favorise le développement de ravageurs des cultures qui y sont résistants.</p>	<p>SVT (2^{nde})</p> <p>La biodiversité évolue en permanence. Cette évolution est observable sur de courtes échelles de temps, tant au niveau génétique que spécifique.</p> <p>L'étude de la biodiversité du passé par l'examen des fossiles montre que l'état actuel de la biodiversité correspond à une étape de l'histoire du vivant. Ainsi, les organismes vivants actuels ne représentent-ils qu'une infime partie des organismes ayant existé depuis le début de la vie.</p> <p>Les crises biologiques sont un exemple de modification importante de la biodiversité (extinctions massives suivies de diversification).</p> <p>De nombreux facteurs, dont l'activité humaine, provoquent des modifications de la biodiversité.</p> <p>La dérive génétique est une modification aléatoire de la fréquence des allèles au sein d'une population au cours des générations successives. Elle se produit de façon plus</p>		
--	--	--	--	--

		<p>rapide lorsque l'effectif de la population est faible.</p> <p>La sélection naturelle résulte de la pression du milieu et des interactions entre les organismes. Elle conduit au fait que certains individus auront une descendance plus nombreuse que d'autres dans certaines conditions.</p> <p>Toutes les populations se séparent en sous-populations au cours du temps à cause de facteurs environnementaux (séparations géographiques) ou génétiques (mutations conduisant à des incompatibilités et dérives).</p> <p>Cette séparation est à l'origine de la spéciation.</p>		
--	--	---	--	--

Prérequis et limites

Il n'est pas attendu de développement spécifique en matière d'embryologie ou d'agronomie.

3.3 L'évolution humaine

La paléanthropologie construit un récit scientifique de nos origines à partir des archives fossiles. La phylogénie permet d'étudier les relations de parenté entre les espèces actuelles et fossiles d'Hominidés.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>L'espèce humaine actuelle (<i>Homo sapiens</i>) fait partie du groupe des primates et est plus particulièrement apparentée aux grands singes avec lesquels elle partage des caractères morpho-anatomiques et des similitudes génétiques.</p> <p>C'est avec le chimpanzé qu'elle partage le plus récent ancêtre commun.</p>	<p>Analyser des matrices de comparaison de caractères morpho-anatomiques résultant d'innovations évolutives afin d'établir des liens de parenté et de construire un arbre phylogénétique.</p> <p>Mettre en relation la ressemblance génétique entre les espèces de primates et leur degré de parenté.</p>			<p>En spécialité SVT en première</p> <p>L'histoire humaine lue dans son génome. La diversité allélique entre les génomes humains individuels permet de les identifier et, par comparaison, de reconstituer leurs relations de parentés.</p>
<p>Des arguments scientifiques issus de l'analyse comparée de fossiles permettent de reconstituer l'histoire de nos origines.</p> <p>L'étude de fossiles datés de 3 à 7 millions d'années montre des innovations caractéristiques de la lignée humaine (bipédie prolongée, forme de la mandibule).</p> <p>Le genre <i>Homo</i> regroupe l'espèce humaine actuelle et des espèces fossiles qui se caractérisent notamment par le développement de la capacité crânienne. Plusieurs</p>	<p>Positionner quelques espèces fossiles dans un arbre phylogénétique, à partir de l'étude de caractères ou de leurs productions.</p> <p>Analyser des arguments scientifiques qui ont permis de préciser la parenté de <i>Homo sapiens</i> avec les autres <i>Homo</i>,</p>			

espèces humaines ont cohabité sur Terre. Certains caractères sont transmis de manière non génétique : microbiote, comportements appris dont la langue, les habitudes alimentaires, l'utilisation d'outils...	et notamment la parenté éventuelle avec les Néandertaliens ou les Denisoviens.			
---	--	--	--	--

Prérequis et limites

L'objectif n'est pas de conduire une approche exhaustive des fossiles et de leurs caractères biologiques, mais de présenter la démarche scientifique permettant de construire une histoire raisonnée de l'évolution humaine. Les notions de liens de parenté, étudiées au collège, sont mobilisées ; un accent particulier est mis sur l'importance de l'identification d'innovations évolutives communes.

3.4 Les modèles démographiques

Dans le cadre de l'étude de l'évolution des populations, il est important de prédire leur effectif futur mais aussi la manière dont vont évoluer les ressources qui leur sont nécessaires. Pour prédire l'évolution d'un système quelconque, les scientifiques utilisent des modèles mathématiques. La présentation de l'exemple historique de Malthus permet de mettre en œuvre cette démarche mathématique dans le cas discret (correspondant à une variation par paliers).

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
Un modèle mathématique simple est le modèle linéaire. Une grandeur discrète u varie de manière linéaire en fonction d'un palier entier n si sa variation absolue $u(n+1)-u(n)$ est constante. Dans ce cas, les points $(n, u(n))$ sont situés sur une droite affine. Dans la réalité, pour une population dont la variation absolue est presque constante d'un palier à l'autre, on peut ajuster le nuage de points qui la représente par une	Exprimer $u(n)$ en fonction de $u(0)$ et n . Produire et interpréter des graphiques statistiques traduisant l'évolution d'effectif d'une population ou de ressources, notamment sous forme de nuages de points. À l'aide d'une calculatrice ou	L'écriture fonctionnelle est à privilégier ici car la notion de suite n'est abordée qu'à partir de la classe de Première, spécialité mathématique. Les notions mathématiques de variations absolues et relatives sont traitées en classe de Seconde.	Les compétences mathématiques "modéliser" ainsi que "communiquer" sont particulièrement sollicitées ici. Il s'agit ici de faire comprendre aux élèves que dans certains cas, il est possible de "remplacer" un nuage de points par la courbe d'une fonction "simple", ici affine à des	Les élèves suivant l'option Mathématiques complémentaires de Terminale étudient des modèles d'évolution. La mise en regard des modèles discrets et des modèles continus étant un objectif important de cette option.

<p>droite (modèle linéaire).</p>	<p>d'un tableur, ajuster un nuage de points par une droite et utiliser ce modèle linéaire pour effectuer des prévisions.</p>		<p>fins de prévisions.</p>	
<p>Le modèle linéaire est inadapté pour représenter l'évolution d'une grandeur dont la variation absolue change fortement d'un palier à l'autre.</p> <p>Une grandeur discrète u varie de manière exponentielle en fonction du palier entier n si sa variation absolue est proportionnelle à sa valeur courante. Dans ce cas, sa variation relative (ou taux de variation) est constante.</p> <p>Dans la réalité, pour une population dont le taux de variation est presque constant d'un palier à l'autre, on peut ajuster le nuage de points par un modèle exponentiel.</p> <p>Le modèle démographique de Malthus est un modèle exponentiel d'évolution de l'effectif de la population. Il prévoit que l'effectif de la population décroît vers 0 si le taux de mortalité est supérieur au taux de natalité et croît vers l'infini si le taux de natalité est supérieur au taux de mortalité.</p>	<p>Exprimer $u(n)$ en fonction de $u(0)$ et de n.</p> <p>À partir de données démographiques, calculer le taux de variation d'une population entre deux dates.</p> <p>Calculer l'effectif final d'une population à partir de son effectif initial, de son taux de natalité et de son taux de mortalité. Selon le modèle de Malthus, prédire l'effectif d'une population au bout de n années.</p> <p>À l'aide d'un tableur, d'une calculatrice ou d'une représentation graphique, calculer le temps de doublement d'une population sous l'hypothèse de croissance exponentielle.</p>	<p>L'analogie avec le sous-thème "radioactivité" développé en classe de première de l'Enseignement Scientifique est à remobiliser.</p>		

<p>Si les prédictions du modèle de Malthus peuvent se révéler correctes sur un temps court, elles sont irréalistes sur un temps long, notamment en raison de l'insuffisance des ressources disponibles.</p> <p>Des modèles plus élaborés prévoient que la population mondiale atteindra environ 10 milliards d'humains en 2050.</p>	<p>À partir de documents fournis, proposer un modèle de croissance de ressources alimentaires (par exemple la production mondiale de blé ou de riz) et la comparer à une croissance exponentielle.</p> <p>Comparer les valeurs fournies par un modèle à des données réelles afin de tester sa validité.</p>		<p>Pouvoir proposer un modèle pour décrire une situation est un objectif du programme. Dans le cadre de la formation, il est tout aussi important que les élèves posent un regard critique du modèle utilisé par confrontation avec la réalité. La compétence "communiquer" est sous-jacente à cette partie.</p>	
<p>Prérequis et limites</p> <p>Différentes notions déjà étudiées sont mobilisées : fonctions affines, représentations graphiques de droites, fonction de variable entière et notation $u(n)$. La connaissance de la fonction exponentielle n'est pas exigible</p>				

3.5 L'être humain peut-il externaliser son « intelligence » ?

L'être humain n'a cessé d'accroître son pouvoir d'action sur le monde, utilisant son intelligence pour construire des outils et des machines. Il a élaboré un mode de pensée algorithmique susceptible d'être codé dans des langages permettant de commander ces machines. Aujourd'hui, l'intelligence artificielle (IA) permet l'accomplissement de tâches et la résolution de problèmes jusqu'ici réservés aux humains : reconnaître et localiser les objets dans une image, conduire une voiture, traduire un texte, dialoguer, ... Un champ de l'intelligence artificielle ayant permis des applications spectaculaires est celui de l'apprentissage machine.

Savoirs	Savoir-faire	Capacités exigibles de remobilisables	Saut conceptuel en terminale	Liens avec les programmes de spécialité
<p>Jusqu'au début du XX^e siècle, les machines traitant l'information sont limitées à une ou quelques tâches prédéterminées (tisser grâce à un ruban ou des cartes perforées, trier un jeu de carte perforées, séparer des cartes selon un critère, sommer des valeurs indiquées sur ces cartes, ...). Turing a été le premier à proposer le concept de machine universelle qui a été matérialisé dix ans plus tard avec les premiers ordinateurs. Ceux-ci sont constitués <i>a minima</i> d'un processeur et d'une mémoire vive.</p> <p>Un ordinateur peut manipuler des données de natures diverses une fois qu'elles ont été numérisées : textes, images, sons. Les programmes sont également des données : ils peuvent être stockés, transportés, et traités par des ordinateurs. En particulier, un</p>	<p>Analyser des documents historiques relatifs au traitement de l'information et à son automatisation.</p> <p>Recenser les différentes situations de la vie courante où sont utilisés les ordinateurs, identifier lesquels sont programmables et par qui (thermostat d'ambiance, smartphone, box internet, ordinateur de bord d'une voiture, ...).</p> <p>Savoir distinguer les fichiers exécutables des autres fichiers sous un système d'exploitation donné.</p>		<p>Les élèves, en classe de Seconde, ont été sensibilisés au Sciences du Numérique.</p>	<p>Les élèves suivant l'enseignement de spécialité NSI étudiant (en première et en terminale) des notions proches de celles abordées en Enseignement Scientifique : notamment l'histoire de l'informatique, les réseaux et les langages de programmation (dont Python).</p>

<p>programme écrit dans un langage de programmation de haut niveau (Python, Scratch, ...) peut être traduit en instructions spécifiques à chaque type de processeur.</p>	<p>Connaître l'ordre de grandeur de la taille d'un fichier image, son, vidéo.</p> <p>Savoir calculer la taille en octets d'une page de texte (en ASCII et non compressé).</p>			
<p>Un programme peut comporter jusqu'à plusieurs centaines de millions de lignes de code, ce qui rend très probable la présence d'erreurs appelées bogues (ou <i>bugs</i>). Ces erreurs peuvent conduire un programme à avoir un comportement inattendu et entraîner des conséquences graves.</p>	<p>Étant donné un programme très simple, proposer des jeux de données d'entrée permettant d'en tester toutes les lignes.</p> <p>Corriger un algorithme ou un programme bogué simple.</p>			
<p>Le terme « intelligence artificielle » (IA) recouvre un ensemble de théories et de techniques qui traite de problèmes dont la résolution fait appel à l'intelligence humaine.</p> <p>L'apprentissage machine (ou « apprentissage automatique ») utilise des programmes capables de s'entraîner à partir de données. Il exploite des méthodes mathématiques qui, à partir du repérage de tendances (corrélations, similarités) sur de très grandes quantités de données (big data), permet de faire des prédictions ou de prendre des</p>	<p>Analyser des documents relatifs à une application de l'intelligence artificielle.</p> <p>Utiliser une courbe de tendance (encore appelée courbe de régression) pour estimer une valeur inconnue à partir de données d'entraînement.</p> <p>Analyser un exemple d'utilisation de l'intelligence artificielle : identifier la source des données utilisées et les corrélations exploitées.</p>		<p>Le lien avec le sous-thème "Les modèle démographique" peut être établi.</p> <p>La compréhension de certains phénomènes peut s'établir à l'aide de simulations telles l'algorithme du plus proche voisin.</p> <p>Ces outils doivent être au service de débats, notamment éthiques.</p>	

<p>décisions sur d'autres données.</p> <p>La qualité et la représentativité des données d'entraînement sont essentielles pour la qualité des résultats. Les biais dans les données peuvent se retrouver amplifiés dans les résultats.</p>	<p>Sur des exemples réels, reconnaître les possibles biais dans les données, les limites de la représentativité.</p> <p>Expliquer pourquoi certains usages de l'IA peuvent poser des problèmes éthiques.</p>			
<p>L'inférence bayésienne est une méthode de calcul de probabilités de causes à partir des probabilités de leurs effets. Elle est utilisée en apprentissage automatique pour modéliser des relations au sein de systèmes complexes, notamment en vue de prononcer un diagnostic (médical, industriel, détection de spam, ...). Cela permet de détecter une anomalie à partir d'un test imparfait.</p>	<p>À partir de données, par exemple issues d'un diagnostic médical fondé sur un test, produire un tableau de contingence afin de calculer des fréquences de faux positifs, faux négatifs, vrais positifs, vrais négatifs. En déduire le nombre de personnes malades suivant leur résultat au test.</p>		<p>La notion d'inférence bayésienne est une notion nouvelle. Cependant, dans le cadre de leur parcours en mathématiques, les élèves ont pu être confrontés, en utilisant par exemple des tableaux à double entrée, de façon empirique, à cette nouvelle notion.</p>	<p>L'inférence bayésienne est traitée par les élèves suivant l'enseignement optionnel "mathématiques complémentaires". Les notions de probabilités conditionnelles sont traitées en classe de première spécialité mathématique.</p>

Prérequis et limites

Les probabilités étant assimilées à des fréquences, il est possible de raisonner sur des tableaux à double entrée sans faire appel explicitement à la théorie des probabilités conditionnelles ni à la formule de Bayes.