Programme Enseignement Scientifique – Partie Physique-Chimie

Chapitre 4 : Deux siècles d'énergie électrique

Depuis le XIXe siècle, les progrès de la recherche scientifique fondamentale et de l'invention technique ont conduit à développer des générateurs électriques performants. 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.

Les alternateurs électriques exploitent le phénomène d'induction électromagnétique découvert par Faraday puis théorisé par Maxwell au XIXe siècle. Ils réalisent une conversion d'énergie mécanique en énergie électrique avec un rendement potentiellement proche de 1.

Au début du XXe siècle, la physique a connu une révolution conceptuelle avec la mécanique quantique, qui traite du comportement fondamentalement probabiliste de la nature à l'échelle microscopique.

L'exploitation technologique des matériaux semi conducteurs, en particulier du silicium, en est une conséquence.

Ces matériaux sont utilisés en électronique et sont constitutifs des capteurs photovoltaïques.

Ceux-ci absorbent l'énergie radiative et la convertissent partiellement en énergie électrique.

Reconnaître les éléments principaux d'un alternateur (source de champ magnétique et fil conducteur en mouvement relatif) dans un schéma fourni.

Relier la vitesse de rotation du rotor et la fréquence du courant électrique.

Définir le rendement d'un alternateur et citer un phénomène susceptible de l'influencer.

Comparer le spectre d'absorption d'un matériau semi conducteur et le spectre solaire pour discuter si ce matériau est susceptible d'être utilisé pour fabriquer un capteur photovoltaïque. Argumenter autour de la mise en place d'une installation photovoltaïque domestique ou industrielle.

↔ Lectures graphiques.

↔ Grandeurs et mesures. Grandeurs quotients.

5

Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration

Histoire des sciences : l'essor de l'électromagnétisme au XIXe siècle.

Histoire des sciences et des technologies : « La bataille des courants », le choix entre le courant continu et le courant alternatif.

Histoire des sciences : Einstein et les quanta.

Sciences, société et environnement

Incidence environnementale de l'exploitation du silicium pour la fabrication des panneaux solaires.

Choix de la fréquence du courant alternatif du réseau électrique.

Enjeux économiques des usages des matériaux semi-conducteurs.

Interaction entre savoirs scientifiques et société : La Fée Électricité (Raoul Dufy) à l'Exposition universelle de 1937.

Chapitre 5 : Conversion et transport de l'énergie électrique

L'énergie électrique joue un rôle central aujourd'hui et présente plusieurs avantages : une distribution sûre, des réseaux de distribution étendus, des convertisseurs de bon rendement permettant d'obtenir

<p>l'énergie électrique ou de la transformer en d'autres formes d'énergie. L'existence de procédés d'obtention d'énergie électrique sans combustion justifie son importance actuelle et future.</p>		
<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 effet sur l'environnement et la biodiversité ou présentent des risques spécifiques (pollution chimique, déchets radioactifs, accidents industriels, etc.).</p> <p>Au cours du transport, une partie de l'énergie électrique, dissipée dans l'environnement par effet Joule, ne parvient pas à l'utilisateur. L'utilisation de la haute tension dans les lignes électriques limite les pertes par effet Joule, à puissance transportée fixée.</p> <p>Le réseau de transport de l'électricité est maillé au niveau européen.</p> <p>En cas de déséquilibre entre l'offre et la demande, il est nécessaire de mobiliser des réserves d'énergie, de diminuer la consommation ou la production ou de stocker de l'énergie.</p> <p>Pour faire face à l'intermittence liée à certains modes de production ou à la consommation, une possibilité est de convertir l'énergie électrique sous une forme stockable :</p> <ul style="list-style-type: none"> - énergie chimique ; - énergie mécanique ; - énergie électromagnétique. 	<p>Décrire des exemples de chaînes de transformations énergétiques permettant d'obtenir de l'énergie électrique à partir de différentes ressources primaires d'énergie. Calculer le rendement global d'un système de conversion d'énergie.</p> <p>↔ Grandeurs et mesures.</p> <p>↔ Grandeurs proportionnelles.</p> <p>↔ Grandeurs quotients.</p> <p>Analyser des documents présentant les conséquences de l'installation et du fonctionnement d'une centrale électrique. Utiliser les formules littérales reliant la puissance à l'intensité et la tension pour identifier l'influence de ces grandeurs sur l'effet Joule dans les lignes électriques.</p> <p>Comparer des dispositifs de stockage d'énergie selon différents critères (capacité et durée de stockage, incidence écologique, masses mises en jeu par kilowattheure).</p> <p>↔ Grandeurs quotients.</p> <p>↔ Calcul littéral.</p> <p>↔ Grandeurs et mesures.</p>	5
<p>Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration</p> <p>Le développement des combustibles alternatifs à empreinte carbone réduite.</p> <p>Histoire des sciences et des techniques : les piles et les accumulateurs.</p> <p>Sciences, société et environnement</p> <p>Les enjeux de l'utilisation de l'énergie nucléaire : de la fission à la fusion contrôlée.</p> <p>Les usages et le recyclage des accumulateurs électrochimiques.</p> <p>La régulation du réseau de transport d'électricité français et européen.</p>		
<p>Chapitre 6 : Énergie, choix de développement et futur climatique</p>		

<p>La consommation mondiale d'énergie, en forte augmentation, fait majoritairement appel aux combustibles fossiles dont l'utilisation est la principale cause du changement climatique. Les activités humaines modifient de manière rapide certains flux associés au cycle du carbone. Dans ce contexte, l'estimation d'une empreinte carbone est essentielle pour élaborer des scénarios et fixer des objectifs de réduction. Les différents scénarios de l'évolution globale du climat dépendent des stratégies que l'humanité mettra en œuvre. La notion de risques étudiée au collège et en classe de seconde est convoquée.</p>		
<p>L'énergie utilisée dans le monde provient d'une diversité de ressources parmi lesquelles les combustibles fossiles dominent. Leur consommation 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. 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 (radiatif solaire, géothermique et des marées).</p> <p>Le carbone est stocké dans plusieurs réservoirs superficiels.</p> <p>L'élément carbone circule entre ces différents réservoirs terrestres, constituant le cycle du carbone.</p> <p>Les combustibles fossiles se sont formés à partir du carbone contenu dans la matière organique des êtres vivants, résultant de la réduction du CO₂ par photosynthèse il y a plusieurs dizaines à plusieurs centaines de millions d'années.</p> <p>Ils ne se renouvellent pas suffisamment vite pour que les stocks se reconstituent : ces ressources en énergie sont qualifiées de non renouvelables.</p> <p>La combustion de carburants fossiles et de biomasse libère du dioxyde de carbone, également des aérosols et d'autres substances (N₂O, O₃, suies, produits soufrés) qui affectent la qualité de l'air inhalé et la santé.</p> <p>L'empreinte carbone d'une activité ou d'une personne est la masse de CO₂ produite directement ou indirectement par sa consommation d'énergie et/ou de matière première.</p>	<p>Utiliser les différentes unités d'énergie (tonne équivalent pétrole (tep), kilowattheure (kWh), etc.).</p> <p>Exploiter des données de production et d'utilisation d'énergie à différentes échelles (mondiale, nationale, locale, individuelle).</p> <p>Comparer quelques ordres de grandeur d'énergie et de puissance : corps humain, objets du quotidien, moteurs, centrale électrique, flux radiatif solaire, etc.</p> <p>↔ Organisation et exploitation de données.</p> <p>↔ Lectures graphiques.</p> <p>↔ Puissances de 10, ordres de grandeur.</p> <p>↔ Conversion d'unités, proportionnalité.</p> <p>↔ Grandeurs quotients.</p> <p>Analyser un schéma représentant le cycle biogéochimique du carbone pour comparer les stocks des différents réservoirs et identifier les flux principaux de carbone d'origine anthropique ou non.</p> <p>Citer les ordres de grandeur des durées nécessaires aux transformations du carbone.</p> <p>Ajuster l'équation d'une réaction chimique d'oxydation par le dioxygène.</p> <p>Comparer la masse de dioxyde de carbone produite par unité d'énergie dégagée pour différents combustibles.</p> <p>Distinguer ozone stratosphérique et troposphérique.</p> <p>À partir de documents épidémiologiques, identifier et expliquer les conséquences sur la santé de certains polluants atmosphériques, telles les particules fines résultant de combustions.</p> <p>↔ Grandeurs et mesures.</p> <p>↔ Grandeurs quotients.</p> <p>À partir de documents, analyser l'empreinte carbone de différentes activités humaines et proposer des comportements pour la minimiser ou la compenser.</p> <p>Discuter des incidences de l'augmentation du CO₂ sur le développement de la végétation.</p> <p>Analyser des extraits de documents du GIEC ou d'accords internationaux.</p>	6

<p>Les scénarios de transition écologique font différentes hypothèses sur la quantité de GES émise dans le futur.</p> <p>Ils évaluent les changements prévisibles, affectant les écosystèmes et les conditions de vie des êtres humains, principalement les plus vulnérables.</p> <p>Les projections fournies par les modèles permettent de définir les aléas et peuvent orienter les prises de décision.</p> <p>Dans le domaine énergétique, le choix des mesures d'adaptation et d'atténuation doit tenir compte de nombreux critères et paramètres : disponibilité des ressources et adéquation aux besoins, effets (climatique, écologique, sanitaire, agricole), vulnérabilités et gestion des risques, faisabilité, conséquences économiques et sociales.</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 (recherche de diversification ou d'évolution des ressources, mix énergétique, etc.) et sur l'évolution des comportements individuels et collectifs (consommation, déplacements, etc.).</p>	<p>Analyser d'un point de vue global les incidences de choix énergétiques majeurs : exemple du nucléaire en France.</p> <p>Dans une étude de cas, analyser des choix énergétiques locaux selon les critères et les paramètres mentionnés.</p> <p>↔ Organisation et exploitation de données.</p> <p>↔ Lectures graphiques.</p> <p>↔ Ordres de grandeur.</p>	
--	--	--

Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration

Histoire des sciences et des techniques : évolution de l'exploitation des ressources hydrauliques au cours des siècles.

Histoire des sciences : de la mesure de l'incidence du CO₂ sur le climat à la naissance du GIEC.

Histoire des sciences : évolution des scénarios de transition écologique proposés par le GIEC depuis sa création.

Histoire des sciences : de la découverte de la fission au développement des centrales nucléaires.

Estimation des réserves de combustibles fossiles.

Sciences, société et environnement

Gestion des déchets issus des centrales nucléaires.

Impact environnemental du développement de parcs éoliens et hydroliens.

Évaluation de la disponibilité d'une ressource énergétique intermittente.

Développement de la voiture électrique.

Empreinte carbone d'un établissement scolaire.

Les objectifs de développement durable de l'Organisation des nations unies.

Les mesures prises pour améliorer la qualité de l'air en lien avec la santé.

Utilisation de bio-indicateurs pour évaluer les pollutions atmosphériques urbaines.

Les pistes de décarbonation.

Incidence de la diminution du phytoplancton sur l'équilibre des flux de carbone.

Chapitre 10 : Les modèles démographiques

Prédire l'évolution de l'effectif d'une population humaine et des ressources qui lui sont nécessaires est un enjeu majeur du développement durable. Pour prédire ces évolutions, les scientifiques utilisent des modèles mathématiques. La démarche de modélisation comporte notamment le choix d'un modèle et le contrôle de sa validité. La présentation de l'exemple historique de Malthus permet de mettre en œuvre cette démarche mathématique dans le cas discret.

<p>L'évolution d'une population dont la variation absolue par unité de temps est presque constante est représentée par un nuage de points évoquant une droite.</p> <p>Cette évolution peut être modélisée par une suite arithmétique (modèle dit linéaire). L'évolution d'une population dont la variation relative par unité de temps (encore appelée taux d'évolution) est presque constante est représentée par un nuage de points évoquant la courbe d'une exponentielle.</p> <p>Cette évolution peut être modélisée par une suite géométrique (modèle dit exponentiel). Le modèle démographique de Malthus est un modèle exponentiel d'évolution de l'effectif de la population.</p> <p>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>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 données démographiques, calculer des variations absolues par unité de temps et des variations relatives par unité de temps d'une population afin de choisir entre un modèle linéaire et un modèle exponentiel. Selon le modèle de Malthus, prédire l'effectif d'une population au bout de n années à partir de son effectif initial, de son taux de natalité et de son taux de mortalité.</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>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>À l'aide d'une calculatrice ou d'un tableur, ajuster un nuage de points par une courbe de tendance et utiliser ce modèle pour effectuer des prévisions.</p> <p>Comparer les valeurs fournies par un modèle à des données réelles afin de tester sa validité.</p> <p>↔ Calculs usuels sur les suites arithmétiques et géométriques, représentations graphiques.</p> <p>↔ Lectures graphiques.</p> <p>↔ Résolution d'équations et d'inéquations.</p>	<p>4</p>
--	---	----------

Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration
 Histoire des sciences : modèles démographiques (Malthus, Quetelet, Verhulst, Lotka-Volterra, Fibonacci).
 Sciences, société et environnement
 Le malthusianisme et le néomalthusianisme.
 Modèles de propagation d'une épidémie au sein d'une population.
 Évolution d'une population et automate cellulaire.

Chapitre 11 : De la machine de Turing à l'intelligence artificielle

L'être humain n'a cessé d'accroître sa capacité d'action sur le monde, utilisant son intelligence pour construire des outils et des machines. Dans le contexte du traitement automatique de l'information (informatique), il a élaboré un mode de pensée algorithmique susceptible d'être codé dans des langages permettant de commander des machines. Plus largement, le terme « intelligence artificielle » (IA) se définit comme un champ interdisciplinaire théorique et pratique qui a pour objet la compréhension de mécanismes de la cognition et de la réflexion, et leur imitation par un dispositif matériel et logiciel, à des fins d'assistance ou de substitution à des activités humaines : reconnaître et localiser des objets dans une image, conduire une voiture, traduire un texte, dialoguer, etc. Un

<p>champ de l'intelligence artificielle ayant récemment permis des applications spectaculaires est celui de l'apprentissage automatique.</p>		
<p>Jusqu'au début du XXe siècle, les machines traitant l'information étaient limitées à une ou à quelques tâches prédéterminées (tisser grâce à un ruban ou des cartes perforées, trier un jeu de cartes perforées, séparer des cartes selon un critère, sommer des valeurs indiquées sur ces cartes, etc.).</p> <p>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 au minimum 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.</p> <p>En particulier, un programme écrit dans un langage de programmation de haut niveau (Python, Scratch, etc.) peut être traduit en instructions spécifiques à chaque type de processeur.</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 bugs). Ces erreurs peuvent conduire un programme à avoir un comportement inattendu et entraîner des conséquences graves.</p> <p>L'intelligence artificielle (IA) est née en 1956. À cette époque, elle visait à simuler sur ordinateur les facultés cognitives humaines et recouvrait des approches relevant de l'informatique, des mathématiques et des sciences cognitives. L'approche symbolique (systèmes experts) initiée à la fin des années 50 n'a pas tenu ses promesses.</p> <p>Aujourd'hui, on a tendance à attribuer le terme d'IA à l'un de ses sous-domaines, celui de l'apprentissage automatique (apprentissage machine).</p> <p>Il s'agit d'un processus par lequel un algorithme évalue et améliore ses propres performances, non pas sous l'intervention d'un humain chargé de programmer la machine, mais en répétant son exécution sur des jeux de données de natures variées (mesures de capteurs pour des prévisions, textes pour la traduction, sons pour la</p>	<p>Analyser des documents historiques relatifs au traitement de l'information et à son automatisation.</p> <p>Recenser des outils numériques utilisés dans la vie courante, identifier ceux qui sont programmables, et par qui (ordinateur, thermostat d'ambiance, téléphone intelligent, boîte Internet, ordinateur de bord d'une voiture, etc.).</p> <p>Savoir distinguer les fichiers exécutables des autres fichiers sous un système d'exploitation donné.</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>Corriger un algorithme ou un programme bogué simple.</p> <p>↔ Ordres de grandeur.</p> <p>↔ Proportionnalité.</p> <p>↔ Logique.</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>Sur des exemples réels, reconnaître les possibles biais dans les données, les limites de la représentativité.</p> <p>Sur des exemples simples, montrer qu'une corrélation ne correspond pas toujours à une relation de causalité.</p> <p>Expliquer pourquoi certains usages de l'IA peuvent poser des problèmes éthiques.</p> <p>↔ Calcul algébrique.</p> <p>↔ Lectures graphiques.</p> <p>Dans le contexte 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 et en déduire le nombre de personnes malades suivant leur résultat au test.</p> <p>Utiliser cette démarche dans d'autres contextes de classification (reconnaissance d'images, détection de messages non sollicités envoyés en masse, etc.).</p>	<p>6</p>

<p>reconnaissance vocale, images pour la reconnaissance visuelle, etc.). L'apprentissage machine exploite des méthodes mathématiques qui, à partir du repérage de tendances (par exemple, des corrélations ou des similarités) sur de très grandes quantités de données (données massives), permettent de faire des prédictions ou de prendre des décisions sur d'autres données.</p> <p>La qualité et la représentativité des données fournies sont essentielles pour la qualité des résultats. En effet, l'un des risques de l'apprentissage automatique réside dans l'amplification des biais des données. Par ailleurs, une interprétation trop rapide des données et un amalgame entre corrélation et causalité peuvent aboutir à des résultats erronés.</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.</p>	<p>↔ Probabilités conditionnelles. ↔ Formule de Bayes.</p>	
<p>Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration Histoire des sciences : de la machine de Turing aux dialogueurs. Exemples d'apprentissage automatique : réseaux de neurones simples et principe de l'apprentissage par retour d'erreur, algorithme des k plus proches voisins et modification des prédictions selon les données initiales et le paramètre k. Sciences, société et environnement Apports de l'intelligence artificielle : santé (imagerie médicale, diagnostic), commerce électronique et marketing (recommandation de produits), finance (prévisions boursières), activités sociales (réseaux sociaux), traduction automatique, communications, transports (voitures intelligentes), sécurité, création de contenus par des modèles génératifs (ChatGPT), etc. Points de vigilance : protection des données personnelles, propriété intellectuelle, responsabilité juridique, risques liés à l'IA générative dans le cadre des interactions entre l'être humain et la machine (interaction Homme-Machine), etc. Le devenir de l'intelligence artificielle, entre les sciences et la fiction.</p>		