

Proposition de référentiel de 2nde (Groupe académique Créteil)

Ce référentiel constitue un exemple de trace écrite pour les élèves mais n'est en aucune façon une progression pédagogique. Il permet une explicitation des notions du programme et assure une hiérarchisation dans les connaissances. Outil pour l'enseignant, il ne peut donc être donné tel quel aux élèves. Il sert exclusivement au professeur à cibler les différents niveaux de formulation des savoirs à utiliser en fonction de ses choix. A ce référentiel sont associés des exemples de tâches complexes sur le site.

Code de hiérarchisation des idées :

❖ En gras, police 12 : les phrases clés du BO

- En normal, police 12 : ce qui est dans le BO, dans les mots clés, les capacités...
 - En normal, police 10 : ce qui est nécessaire à la compréhension des élèves
 - *En italique, police 10 : ce qui permet d'aller plus loin dans les connaissances*

THEME 2 – ENJEUX PLANETAIRES CONTEMPORAINS : ENERGIE, SOL

Toutes les connaissances déclinées dans ce référentiel sont au service de :

« L'Homme a besoin de matière et d'énergie. La croissance démographique place l'humanité face à un enjeu majeur : trouver et exploiter des ressources (énergie, sol) tout en gérant le patrimoine naturel. »

• Le soleil : une source d'énergie essentielle

❖ La lumière solaire permet, dans les parties chlorophylliennes des végétaux, la synthèse de matière organique.

- La synthèse de matière organique par les végétaux chlorophylliens en présence de lumière est appelée la photosynthèse.
 - La photosynthèse est une réaction du métabolisme des cellules chlorophylliennes.
 - Les matières organiques synthétisées sont d'abord et essentiellement des glucides.
 - *L'amidon est le principal glucide complexe produit par les végétaux chlorophylliens.*
 - Les protéides, lipides et acides nucléiques sont aussi synthétisés.
- La lumière solaire est convertie en énergie chimique au niveau des cellules chlorophylliennes.
 - La chlorophylle absorbe l'énergie lumineuse
 - *Les chloroplastes contiennent la chlorophylle.*
 - Cette énergie est utilisée pour les réactions chimiques du métabolisme.

❖ Cette synthèse de matières organiques nécessite de l'eau, des sels minéraux et du dioxyde de carbone.

- Le dioxyde de carbone est la source de carbone des matières organiques carbonées.
 - *Le dioxyde de carbone est aussi la source d'oxygène des matières organiques.*
- L'eau est la source d'hydrogène des matières organiques.
 - *L'eau est aussi à l'origine du dioxygène rejeté par la plante éclairée : c'est un déchet de la photosynthèse.*
- Les sels minéraux sont aussi nécessaires pour former des matières organiques.
 - Les sels minéraux se trouvent dans l'eau et le sol.
 - *Ils sont sources d'azote, de soufre ou de phosphore, nécessaires pour former les protéides et les acides nucléiques.*
- Le bilan de la photosynthèse est $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$.

❖ La photosynthèse permet à l'échelle de la planète, l'entrée de matière minérale et d'énergie dans la biosphère.

- La matière minérale et l'énergie utilisées par photosynthèse se retrouvent dans la matière organique synthétisée par les végétaux chlorophylliens : cela correspond à la productivité primaire.

- La productivité primaire est la quantité de carbone intégrée dans la matière organique végétale dans un lieu donné par unité de temps.
 - *La productivité primaire s'exprime en tonnes de carbone par hectare et par an.*
- Les végétaux chlorophylliens sont appelés producteurs primaires.
- La productivité primaire en milieu océanique est importante près des côtes.
 - *Elle est due essentiellement au phytoplancton.*
- En milieu continental, les forêts ont la productivité primaire la plus importante.
- Les autres êtres vivants qui utilisent cette matière organique produite par les producteurs primaires sont appelés producteurs secondaires.
- La biomasse est la quantité totale de matière organique produite par l'ensemble des êtres vivants d'un écosystème.
 - Elle correspond à la masse de matière organique des producteurs primaires et secondaires, en un lieu donné en un instant donné.
 - *La biomasse s'exprime en tonnes de carbone.*
- Le fonctionnement de toute la biosphère dépend de la photosynthèse réalisée par les végétaux chlorophylliens.
 - Au sein des réseaux trophiques des écosystèmes, il y a un transfert de matière et d'énergie.
 - La matière organique produite par les végétaux chlorophylliens est consommée par les autres vivants, qui produisent à leur tour leur matière organique.
 - *Ces autres êtres vivants dépendent donc du bon fonctionnement des producteurs primaires.*

❖ **La présence de restes organiques dans les combustibles fossiles montre qu'ils sont issus d'une biomasse.**

- Les combustibles fossiles sont le charbon, le pétrole et le gaz.
 - Ce sont des ressources du sous-sol.
 - Les combustibles fossiles sont des roches carbonées : ils sont issus la transformation de matière organique carbonée végétale dans le sous-sol.
 - Ils contiennent des fossiles ou des empreintes de végétaux chlorophylliens.
 - *Des restes de feuilles et troncs de végétaux continentaux fossilisés se trouvent dans les charbons.*
 - *Des organismes fossilisés de phytoplancton océanique sont présents dans le pétrole.*
 - Le charbon se trouve sous forme solide.
 - Les hydrocarbures peuvent être solides, liquides ou gazeux
 - *Le pétrole est un hydrocarbure, contenant hydrogène et carbone liés, en relation avec son origine organique.*
 - *Les hydrocarbures proviennent de la transformation de la matière organique du phytoplancton.*

❖ **Dans des environnements de haute productivité, une faible proportion de la matière organique échappe à l'action des décomposeurs puis se transforme en combustible fossile au cours de son enfouissement.**

- La transformation de la matière organique végétale en combustible fossile se fait dans certaines zones.
 - Dans le sol ou dans l'eau, la matière organique morte est généralement transformée en matières minérales par les décomposeurs (bactéries, champignons...)
 - Certaines zones sont favorables à une décomposition incomplète : ce sont les zones de haute productivité primaire.
 - *Les upwellings côtiers en sont un exemple.*
 - La quantité de matière organique à l'origine des combustibles fossiles ne représente qu'une petite partie de la matière organique produite par photosynthèse.
 - Tout combustible fossile provient de la matière organique incomplètement décomposée.
- La formation de combustibles fossiles se fait au cours de l'enfouissement de la matière organique.
 - Cette matière organique se transforme dans des milieux peu oxygénés.
 - *Elle nécessite l'action de bactéries particulières.*
 - Cette transformation chimique se produit sous l'effet d'une augmentation de la pression et de la température liée à l'enfouissement.
 - *La température augmente en moyenne de 3 °C tous les 100m.*
 - Ce phénomène géologique lent demande plusieurs dizaines de millions d'années.

- ❖ **La répartition des gisements de combustibles fossiles montre que transformation et conservation de la matière organique se déroulent dans des circonstances géologiques bien particulières.**
 - Les gisements de combustibles fossiles se trouvent dans certaines zones géologiques.
 - Un gisement est une zone d'accumulation de combustibles fossiles exploitables à un moment donné par l'homme.
 - Les gisements se trouvent dans d'anciens bassins sédimentaires, continentaux ou océaniques,
 - *Ces bassins océaniques correspondent à des mers peu profondes et des zones littorales.*
 - La transformation et la conservation de combustibles fossiles se font dans des circonstances géologiques particulières.
 - Les roches impliquées dans la formation et la conservation d'hydrocarbures ont des propriétés particulières.
 - *La roche mère, lieu de leur formation est une roche sédimentaire.*
 - *Ces roches réservoirs sont poreuses et perméables et permettent l'accumulation des hydrocarbures.*
 - La transformation de matière végétale en combustible fossile nécessite un enfouissement de forte épaisseur pendant des millions d'années.
 - Cet enfouissement se fait par enfoncement lent et régulier des couches sédimentaires : c'est la subsidence.
 - *Lorsque l'enfoncement est important, la température à laquelle est soumise la matière organique augmente.*
 - *Lorsque l'enfoncement est important, la quantité de combustibles fossiles formés augmente.*
 - La conservation des hydrocarbures fluides de faible densité nécessite la présence d'un piège qui arrête leur migration.
 - *Leur migration est bloquée par une roche couverture imperméable.*
 - *Une faille, un pli, peuvent aussi arrêter leur migration.*
- ❖ **La connaissance de ces mécanismes permet de découvrir les gisements et de les exploiter par des méthodes adaptées.**
 - Les gisements de combustibles fossiles sont recherchés dans les anciens bassins sédimentaires.
 - La disposition et la nature des roches sédimentaires profondes sont des indices permettant de localiser d'éventuels gisements.
 - Les pièges pétroliers éventuels sont recherchés par de nouvelles techniques de prospection, utilisant les ondes sismiques.
 - L'exploitation de ces gisements se fait par des méthodes adaptées, en raison de leur situation.
 - Le pétrole se fige et son refroidissement doit être limité pour pouvoir être remonté en surface.
 - L'exploitation du charbon s'accompagne d'un dégagement de méthane.
 - *Ce gaz est inflammable, inodore et incolore.*
 - *Il peut provoquer des explosions entraînant l'effondrement des galeries de mines : c'est le coup de « grisou »*
 - *Cela nécessite une grande surveillance lors de l'exploitation.*
- ❖ **Cette exploitation a des implications économiques et environnementales.**
 - Les nouvelles technologies mises en œuvre pour exploiter ces gisements sont coûteuses.
 - Tous les gisements découverts ne sont pas forcément rentables à exploiter.
 - Les réserves correspondent à la quantité de combustible potentiellement exploitable (36% au maximum pour le pétrole)
 - Les ressources correspondent à la quantité de combustible total présent dans un gisement exploitable par l'homme.
 - L'exploitation de ces gisements défigure souvent le paysage.
 - Déforestation, creusement de galeries, collines rasées, installations de plateformes pétrolières en pleine mer sont le plus souvent nécessaires pour exploiter ces gisements difficiles d'accès.
 - Ces exploitations sont sources de pollution pour l'environnement.

- L'air et l'eau sont plus pollués par ces méthodes d'exploitation modernes.
 - *L'exploitation des sables bitumineux contenant du pétrole est une source de pollution pour l'eau utilisée.*

❖ **L'utilisation de combustible fossile restitue rapidement à l'atmosphère du dioxyde de carbone prélevé lentement et piégé depuis longtemps.**

- La combustion de ces combustibles fossiles libère rapidement du carbone dans l'atmosphère.
 - Lors de la combustion, le carbone est libéré sous forme de dioxyde de carbone ou de monoxyde de carbone.
 - Cette libération contribue à la pollution atmosphérique.
 - Le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre.
 - *Sa libération a des conséquences sur le réchauffement climatique.*
- Le dioxyde de carbone a été utilisé par les végétaux chlorophylliens, piégé dans la matière organique produite par la photosynthèse des millions d'années auparavant.
- Les réserves de combustibles fossiles ne sont pas renouvelables à l'échelle humaine
 - Les réserves de combustibles fossiles ne sont pas inépuisables.

❖ **Brûler un combustible fossile, c'est en réalité utiliser une énergie solaire du passé.**

- La combustion de ces combustibles fossiles libère de l'énergie.
- Cette énergie correspond à l'énergie solaire stockée auparavant par les végétaux chlorophylliens dans leurs matières organiques produites par photosynthèse.
 - Ces combustibles fossiles ne sont pas les ressources énergétiques du futur.

❖ **L'augmentation rapide, d'origine humaine de la concentration du dioxyde de carbone dans l'atmosphère interfère avec le cycle naturel du carbone.**

- Le cycle du carbone est le transfert du carbone entre ses différents réservoirs.
 - Ces réservoirs sont l'atmosphère, l'hydrosphère, la biosphère et la lithosphère.
 - *La lithosphère est le plus gros réservoir de carbone.*
- La consommation importante de combustibles fossiles pour les activités humaines produit beaucoup de dioxyde de carbone.
- Ces émissions massives modifient les échanges entre les réservoirs de carbone et perturbent le cycle naturel du carbone.
 - L'utilisation des combustibles fossiles augmente les transferts de carbone de la lithosphère vers l'atmosphère.
- La gestion des émissions de dioxyde de carbone, gaz à effet de serre constitue un enjeu planétaire.

❖ **L'énergie solaire est inégalement reçue à la surface de la planète.**

- La répartition de l'énergie solaire à la surface terrestre est fonction de la latitude.
 - Le flux d'énergie solaire est plus important à l'équateur et plus faible aux pôles.
 - Du fait de la sphéricité de la Terre, l'angle d'incidence des rayons solaires varie selon la latitude.
 - *Une même quantité d'énergie solaire est reçue par une plus petite surface à l'équateur qu'ailleurs.*

❖ **La photosynthèse utilise moins de 1% de l'énergie solaire.**

- Le reste de l'énergie solaire chauffe l'air (par l'intermédiaire du sol) et l'eau (ce qui est à l'origine des vents et courants).
 - Une partie de l'énergie solaire est absorbée par l'atmosphère et le sol puis réémise par le sol dans l'atmosphère dont la température augmente.
 - L'énergie solaire est le moteur des cellules de convection qui permettent le mouvement des courants d'air (vents) et des courants océaniques.
 - *L'air chaud se dilate, sa masse volumique diminue, il s'élève. La pression au sol diminue et crée une zone de basse pression.*
 - *L'air froid est au contraire plus dense, il descend vers la surface du sol et crée des zones de haute pression.*

- *Les masses d'air (ou d'eau) se déplacent des zones de haute pression vers les zones de basses pressions.*
- *Les courants océaniques verticaux résultent aussi des différences de densité liées à des différences de températures de l'eau.*
- L'énergie solaire évapore l'eau, ce qui permet le cycle de l'eau.
- ❖ **Utiliser l'énergie des vents, des courants marins, des barrages hydroélectriques, revient à utiliser indirectement l'énergie solaire.**
 - Les éoliennes utilisent la force motrice du vent pour produire de l'électricité.
 - Les barrages hydroélectriques convertissent l'énergie cinétique des cours d'eau en énergie mécanique puis électrique.
- Ces ressources énergétiques sont rapidement renouvelables.
 - L'énergie solaire en permet un renouvellement permanent.
- ❖ **La comparaison de l'énergie reçue par la planète et des besoins humains en énergie permet de discuter de la place actuelle ou future de ces différentes formes d'énergie solaire.**
 - Les besoins humains en énergie augmentent proportionnellement au niveau d'industrialisation des pays.
 - Les énergies fossiles, non renouvelables, sont les principales sources d'énergie utilisées actuellement dans le monde.
 - Les énergies fossiles contribuent fortement à l'augmentation de l'effet de serre.
 - Les enjeux contemporains nécessitent l'utilisation des énergies renouvelables.
 - *L'utilisation des énergies fossiles régresse lentement.*
 - *L'utilisation des énergies renouvelables progresse proportionnellement.*
 - *La proportion d'utilisation des différentes formes d'énergie est variable suivant les pays.*

• Le sol : un patrimoine durable ?

- ❖ **L'Homme utilise la photosynthèse à son profit pour satisfaire les besoins alimentaires de l'humanité.**
 - Tous nos aliments proviennent directement ou indirectement des matières organiques issues de la photosynthèse.
 - La situation est variable dans le monde.
 - *Certaines régions du globe consomment beaucoup plus qu'elles ne produisent.*
 - *Selon le mode vie, les prélèvements de matières organiques diffèrent.*
 - *Beaucoup de populations restent sous alimentées.*
 - La population mondiale augmentant, la demande alimentaire s'intensifie.
 - *De nouvelles terres sont mises en culture.*
- ❖ **L'agriculture a besoin de sols cultivables et d'eau.**
 - Les sols représentent une ressource essentielle pour la production agricole
 - Les sols cultivables doivent présenter certaines caractéristiques.
 - Les sols doivent fournir des sels minéraux et l'eau
 - *Les racines doivent pouvoir y pénétrer, s'y ancrer et respirer.*
 - *Les sols doivent constituer un écosystème (microflore et microfaune) indispensable à la transformation des constituants minéraux et organiques.*
 - *Les sols ne doivent pas contenir de déchets toxiques.*
 - *Les sols ne doivent pas contenir d'organismes concurrents.*
 - L'eau est indispensable à l'agriculture.
 - L'eau assure la croissance des plantes.
 - *Certains pays ont besoin d'importer de l'eau pour leurs pratiques agricoles.*
 - *Cette importation génère des conflits géopolitiques*
- ❖ **L'eau et les sols sont deux ressources fragiles, inégalement réparties à la surface de la planète et en quantités limitées.**
 - Les 2/3 des sols sont impropres à l'agriculture, souvent en liaison avec un manque d'eau disponible
 - Des contraintes physico- chimiques empêchent une utilisation agricole des sols.

- *C'est le cas des sols trop salés, trop humides, trop secs,...*
 - La ressource en eau utilisable est variable au niveau du globe.
 - Les précipitations dépendent de la circulation des masses d'air liée au cycle de l'eau.
 - Cette circulation des masses d'air dépend de l'inégale répartition de l'énergie solaire reçue par la Terre et de la rotation de la Terre.
 - *Certaines zones sont donc très arides et à l'inverse d'autres très humides.*
 - Les activités humaines contribuent à la modification de ces 2 ressources.
 - *Certaines de celles-ci peuvent épuiser ou polluer l'eau et le sol.*
- ❖ **L'agriculture entre en concurrence avec la biodiversité naturelle.**
- L'augmentation des surfaces agricoles provoque la transformation et l'évolution des écosystèmes naturels
 - *Les forêts tropicales sont soumises à une déforestation.*
 - *Le remembrement entraîne la disparition des haies.*
 - Ces destructions entraînent une modification voire une diminution de la biodiversité.
 - Certaines pratiques agricoles entraînent aussi une évolution de la biodiversité.
- ❖ **La biomasse végétale produite par l'agriculture est une source de nourriture mais aussi une source de combustibles ou d'agrocarburants.**
- Afin de pallier à l'épuisement des réserves énergétiques, l'Homme utilise des produits agricoles à des fins énergétiques.
 - La sylviculture produit du bois de chauffe.
 - Des agrocarburants sont issus de cultures de maïs, de betterave, de blé.
 - *Ces cultures pourraient être utilisées pour l'alimentation humaine ou animale.*
 - *Cette production d'agrocarburants fait débat.*
 - D'autres agrocarburants sont issus de résidus agricoles non comestibles ou de la biomasse marine
- ❖ **Cette culture à visée énergétique occupe des sols et entre en concurrence avec la production alimentaire.**
- ❖ **Le sol résulte d'une longue altération entre les roches et la biosphère conditionnée par la présence d'eau et la température.**
- Le sol forme une couche de quelques mètres (de 10 à 100mètres) à la surface des continents et sous les océans.
 - Le sol repose sur une roche et est organisé en couches : les horizons.
 - Le sol comprend une fraction liquide, une fraction gazeuse et une fraction solide.
 - Les éléments solides sont divers : débris végétaux et animaux, particules minérales.
 - Le sol est l'écosystème terrestre montrant la plus grande biodiversité.
 - On y trouve une macrofaune, une microfaune et des micro-organismes.
 - Le sol est le lieu d'interactions qui s'établissent dans la durée entre l'atmosphère, la biosphère, la lithosphère et l'hydrosphère.
 - Les êtres vivants, la pluie, les variations de température provoquent la fragmentation et l'altération chimique de la roche.
 - Sous l'action de l'eau, certains minéraux subissent une hydrolyse.
 - *Des minéraux nouveaux comme les argiles apparaissent.*
 - Les matières organiques décomposées par la faune, la flore et des micro-organismes des sols permettent la régénération des matières minérales du sol.
 - Une fraction de la matière organique est transformée en composés organiques constituant l'humus
 - Argiles et humus forment l'horizon humifère retenant préférentiellement les sels minéraux.
 - Le sol évolue et s'organise en de nombreux horizons par des déplacements latéraux et verticaux de matières.
 - *Ce sont les êtres vivants qui assurent ces déplacements.*
- ❖ **Le sol est lent à se former.**
- Sa formation exige d'un millier à un million d'années.
 - Le sol est un patrimoine non renouvelable à l'échelon humain.

❖ **Le sol est facilement dégradé et détourné de sa fonction biologique.**

- Le sol est une organisation fragile.
 - L'augmentation de la production agricole peut entraîner une exploitation intensive responsable d'une dégradation.
 - *Sans restitution, il en résulte un appauvrissement en sels minéraux.*
 - *L'utilisation non raisonnée de pesticides, d'engrais, de machines agricoles puissantes ainsi que des irrigations mal gérées contribuent également à détériorer la constitution et la structure du sol.*
 - L'érosion est l'un des facteurs de la dégradation des sols.
- Un pourcentage non négligeable (9%) des sols est détourné de leur fonction biologique en raison de besoins non agricoles.
 - Ces besoins non agricoles sont liés à des constructions d'habitations, de routes, de voies ferrées, de ponts...

❖ **La gestion du sol représente un enjeu majeur pour l'humanité.**

- Les activités humaines accélèrent l'érosion.
 - *Ces activités responsables sont la déforestation, l'agriculture intensive, le piétinement, l'urbanisation, l'extraction des roches...*
- La dégradation de certains sols est source de désertification.
- Une gestion correcte doit conduire à une protection des sols.
 - *Une bonne connaissance des sols permet de déterminer leur mode d'utilisation.*
 - *L'adaptation des pratiques culturales aux sols et au climat doit assurer en partie la qualité et quantité des récoltes.*