

L'homme et les ressources naturelles

Session 2

I) les besoins primaires

I.a) les renouvelables naturels

II.b) les usages avec transformation

II) les ressources liées aux activités humaines

II.a) Le BTP et l'industrie

II.b) Les besoins de mobilité

II.c) Dualité entre matière et énergie

II.d) La production et stockage de l'énergie

Les ressources naturelles sont celles accessibles au vivant pour se nourrir et lui fournir de l'énergie. La nourriture étant elle-même une source d'énergie après une transformation chimique dans notre organisme. L'énergie est l'élément incontournable des cycles de transformation de la matière. La maîtrise de l'énergie est essentielle au développement de l'espèce humaine, mais constitue une menace sur son évolution si son contrôle est mal géré.

Les énergies exploitables sont soit potentielles (hydraulique), cinétiques (vent), lumineuses (photovoltaïque), chimiques ou nucléaires. D'autres sources d'énergie directes sont inexploitablees comme le volcanisme, la foudre et les tempêtes. La géothermie est partiellement exploitée.

I. les besoins primaires individuels (renouvelables)

Ce sont ceux qui conditionnent la survie de notre espèce. Les ressources primaires pour les satisfaire sont en conflit d'usage. Pour notre nourriture en viande nous ne pourrions pas nous contenter de la chasse de gibiers sauvages.

L'élevage reste donc une ressource, non plus primaire mais transformée, indispensable pour nourrir une population de plus de 7 milliards d'individus. Quant à tous devenir végane engendrerait une malnutrition et des famines menant au déclin de la race. Certes des ressources primaires alimentaires libérées par l'abandon de l'élevage deviendraient une ressource pour les végétariens, mais insuffisante et incomplète en nutriments indispensables. Si certains nutritionnistes prétendent que l'on trouve tous les éléments indispensables à la « bonne santé » des humains ils ne démontrent pas que la quantité requise soit disponible si toute la population devenait végétarienne (sans prise en compte des algues). « Selon le Professeur Legrand, pour vieillir en bonne santé et obtenir l'ensemble des nutriments dont notre corps a besoin, manger de tout en quantité raisonnable est l'attitude alimentaire la moins risquée. Il précise que « si le savoir en nutrition a fait des progrès gigantesques », rien n'affirme que tous les nutriments et leurs interactions aient été découverts. Raison de plus pour respecter le principe de précaution et privilégier une alimentation omnivore. » (*1)

La plupart des terres de pâturage ne pourraient pas se transformer facilement en terres agricoles. Une terre cultivable, en culture conventionnelle produira plus de protéine que l'élevage. Néanmoins il faudrait plus d'énergie, d'intrants et d'eau pour la culture végétale que pour les pâturages.

L'agriculture est le second volet de la nourriture humaine. En réservant les terres agricoles à la nourriture humaine (sans élevage), reste le conflit d'usage pour la production d'énergie. (biocarburants, méthanisation et cogénération).

L'agriculture a besoin d'énergie pour travailler les sols, pour semer, pour irriguer et récolter. Nous verrons plus loin le besoin en énergie qui n'est pas encore un besoin primaire.

Ne soyons pas dogmatique, pour satisfaire en nourriture une population de plus de 7 milliards d'individus, il faudra compter sous toutes les formes, agriculture et élevage. (Nourrir la population en 2050 sera un défi important.) À ce défi s'ajoutent d'autres problématiques: les changements climatiques risquent affecter la production (positivement ou négativement selon les régions), les fertilisants actuels dépendent beaucoup du pétrole, les mines desquelles on extrait les nutriments ajoutés aux sols tels que le phosphore et le potassium se vident, les villes prennent souvent leur expansion dans les terres agricoles les plus fertiles, la qualité des sols se dégrade dans différentes régions du monde, etc. » (*2)

Deux autres éléments sont des ressources primaires indispensables à la vie humaine : l'eau et l'air. Pour ces 2 éléments ce n'est pas le volume disponible mais la qualité qui est primordiale. L'eau est globalement en quantité suffisante bien qu'inégalement répartie. Par contre l'eau douce « potable » devient précieuse voire rare dans certaines régions. Elle est nécessaire à la consommation humaine et animale, mais aussi utilisée pour se laver et irriguer les cultures (plus ou moins gourmande en eau). La pollution liée aux activités humaines la dégrade chimiquement et écologiquement. La qualité de l'eau des cours d'eau et zones de captage affecte toute la biodiversité locale et des zones irriguées.

L'air subit le même type de dommage que l'eau , à savoir une qualité médiocre à dangereuse pour la santé lié à une pollution en expansion due aux activités humaine principalement. (*3).

Références du chapitre :

(*1) <https://www.mangerdetout.fr/aliments-origine-animale-importance/>

(*2) <https://lesceptique.ca/2015/11/02/agriculture-et-environnement-comprendre-les-enjeux-globaux-actuels/>

<https://lesceptique.ca/2015/12/01/viande-et-vegetaux/>

(*3) <https://www.eaufrance.fr/la-qualite-des-rivieres>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Qualit%C3%A9_de_l%27eau

<https://www.gouvernement.fr/risques/pollution-de-l-air>

II.a) l'industrie et le btp (bâtiment et travaux publics)

Le besoin en ressource est directement lié à la démographie. L'industrie et les infrastructures (constructions, mines, usines et routes) existent depuis des millénaires. Avant la révolution industrielle et la poussée démographique en occident les prélèvements n'entamaient que très peu le capital de ressources naturelles renouvelables ou non (le bois en particulier). La recherche d'une vie plus facile, associée au développement des recherches scientifiques, a entraîné une ponction croissante de ressources et une révolution dans l'habitat et les infrastructures du transport. Les villes connaissent un essor considérable à la fois vers le haut et en surface occupée. A ceci va s'ajouter un besoin croissant en énergie pour la transformation des matériaux de base. Par la suite les transports de marchandises vont connaître leur révolution, volume déplacé de plus en plus important sur des distances de plus en plus longues.

Le BTP consomme, non seulement de l'énergie, mais des matériaux qu'il faut extraire du sol. Ce dernier est dégradé pour une longue période pour retrouver une végétation. Dans le monde 25 milliards de tonnes de roche sont utilisées pour faire du béton. Bien que le béton finisse par retourner dans le sol, la surface de prélèvement n'est plus végétalisée pour de nombreuses années et l'usage du béton cannibalise des surfaces de campagne au profit des villes : 40 000 hectares par an, sans compter les infrastructures routières, ferroviaires et les carrières. Les volcans font remonter à la surface (gain en altitude) entre 40 et 42 milliards de tonnes de lave et de roche par an dans le monde.

L'industrie est aussi gourmande en extraction de métaux du sol : fer, cuivre, terres rares ... Bien que toutes les ressources ne soient pas de première nécessité, elles ne sont pas toutes renouvelables et un épuisement est inévitable à plus ou moins long terme. Bien avant l'épuisement total de beaucoup de ces ressources, ce sont les sols qui ne produiront plus de ressources vivrières. A titre d'exemple, il faut de 5 à 10kg de cobalt pour fabriquer les batteries d'un véhicule électrique et 17kgs pour une éolienne. Pour extraire 1 kg de cobalt, il faut traiter environ 50 tonnes de roche. Les proportions sont similaires pour le lithium et d'autres matériaux rares.

En Chine (premier « producteur » mondial de métaux rares) 3 millions d'hectares sont endommagés chaque année pour extraire ces minerais (croissance de la demande de 6 % en moyenne par an ; +2500 % actuellement pour le néodyme).

Depuis un demi siècle se pose le problème de pollution néfaste à l'espèce humaine et une perturbation du climat. Faute de solutions techniques pour éviter la pollution et le dérèglement climatique, cela conduit à opérer des restrictions d'usage de ressources de base comme les ressources fossiles (pétrole, charbon et gaz). Ces restrictions, pour maintenir le même train de vie va nécessiter plus de ponctions sur les autres ressources ; l'éolien et le photovoltaïque ne pouvant compenser ces restrictions d'usage car leur mise en œuvre demande aussi des ressources et le côté intermittent ne va pas dans le bon sens.

N'oublions pas l'industrie liée à la santé qui consomme des ressources pour augmenter l'espérance de vie, entraînant la démographie vers le haut. Ceci va s'accroître car de nombreuses régions du globe n'ont pas accès à cette industrie et vont l'acquérir par humanitarisme et surtout par intérêt économique. La santé est une économie très florissante, profitant à peu de monde et devenant un besoin de base.

Une autre industrie en plein essor est le loisir. Que ce soit pour le transport, les parcs de loisirs, les croisières et diverses activités sportives, le besoin de ressources explose (matières premières et énergie). Cette industrie n'est pas vitale mais si des rationnements s'imposent, cela entraînera une fracture sociale de grande ampleur (bien plus que la grogne actuelle sur les écarts actuels de niveau de vie).

Références du chapitre :

II.b) les besoins de mobilité (hommes et produits)

Ces besoins ont évolué comme indiqué dans l'historique. Aux besoins vitaux de la préhistoire l'homme, par curiosité, s'est rué dans des déplacements plus ou moins utiles à son bien être ... besoin de notoriété pour les explorateurs, de culture pour les touristes et de s'affirmer en suivant la mode. Les besoins vitaux (courtes distances) nécessitent peu de ressources naturelles. Les autres déplacements de biens ou de personnes nécessitent beaucoup de ressources naturelles, fossiles ou renouvelables. Les transformations de ces ressources en énergie pour la mobilité sont à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre et de pollution (atmosphérique et des sols).

Contribution aux émissions de gaz à effet de serre :

Transports 30%

Agriculture 17%

Industrie de l'énergie 10%

Industrie 27%

Résidentiel/ tertiaire 16%

Fortement dépendants aux produits pétroliers, le secteur des transports est la 1ère

source d'émissions de gaz à effet de serre en France (SDES, Chiffres clés du climat 2021) . Ceci ne prend pas en compte la réalisation des infrastructures et fabrication des engins de transport (routes, trains, voitures, avions, camions ...). La répartition est différente sur ce point.

Le secteur des transports est aussi l'une des principales causes de dégradation de la qualité de l'air. C'est pourquoi le trafic routier constitue un fardeau pour la santé des citoyens. **Il est à l'origine de la moitié des émissions d'oxydes d'azote et d'un tiers des particules fines.** D'après l'agence nationale Santé Publique France, le secteur des transports est responsable de près d'un tiers des 67 000 morts prématurées par an en France dues à la pollution atmosphérique. (*1)

La part de ce secteur va croissant, avec la démographie et un marketing très agressif poussant à la surconsommation : pesant pour près de 226 milliards d'euros, le transport de voyageurs et de marchandises contribue pour 9% du PIB français. La part dans les dépenses des français s'élève à 14% du budget annuel des ménages. Le citoyen peut contribuer à réduire ces deux impacts (GES et pollution) en optant, pour les déplacements courts (moins de 5 kms) des moyens de transport peu énergisant (à pied, en vélo, transport en commun ou en covoiturage) mais surtout en résistant au marketing sur les transports de confort (produits exotiques, loisirs...). L'impact sur la répartition des impacts sera modeste ...

Entre 1990 et 2015, le transport de voyageurs en France métropolitaine a augmenté de 26 %. Depuis 1990, la répartition modale est stable : en 2015, 80 % des 900 milliards de voyageurs-kilomètres sont effectués en voiture, 11 % en train, 8 % en autocar et 2 % en avion.

Entre 1990 et 2015, le transport de marchandises (hors oléoducs) a augmenté de 26 %. En 2015, 87 % des 323 milliards de tonnes*kilomètres sont transportés par la route, 11 % par voie ferrée et 2 % par voie fluviale. En 2015, la consommation finale énergétique utilisée pour le transport de marchandises et de voyageurs atteint 49,4 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep), soit près du tiers de la consommation totale d'énergie en France.

Après avoir augmenté de près de 21 % entre 1990 et 2000, la consommation d'énergie du transport s'est stabilisée, s'effritant même légèrement de 0,3 % par an en moyenne entre 2003 et 2013. Toutefois, depuis 2013, elle repart modérément à la hausse. En 2015, le secteur routier représente près de 83 % des consommations énergétiques des transports, une part stable depuis dix ans.

Parmi les consommations énergétiques du transport routier, 63 % sont destinées au transport de voyageurs et 37 % au transport de marchandises. En 2015, le transport aérien représente 14 % des consommations, dont 87 % pour le transport aérien international (sources aériennes internationales) et 13 % pour le transport aérien domestique. Le transport par rail représente seulement 2 % des consommations énergétiques du secteur, soit moins que sa part dans l'activité de transport.

Les livraisons de carburants issus du pétrole (essence, gazole, GPL carburant, carburateurs), s'établissent à 45,4 Mtep en 2015, soit 92 % de la consommation d'énergie du transport. Le gazole routier (hors biodiesel incorporé) représente à lui seul plus de 70 % de ces livraisons. Cependant, en 2015, cette part diminue légèrement, avec une augmentation plus importante (+ 1,2 %) des livraisons de supercarburants (hors bioéthanol incorporé). Cette tendance marque un retournement notable par rapport aux années précédentes.

La part des supercarburants dans les livraisons de carburants pétroliers est passée de 47 % en 1990 à 14 % en 2014, du fait de la forte proportion de « diesels » du parc. Depuis le début des années 2000, la consommation de biocarburants se développe, en raison des obligations d'incorporations réglementaires dans le gazole et l'essence. En 2015, elle atteint 3,0 Mtep, soit 6 % de la consommation du transport.

En 2015, 0,9 Mtep d'électricité a été consommée par le transport, essentiellement par le

train. En 2015, l'électricité représente 1,8 % du bouquet énergétique du transport contre 1,5 % en 1990. À moins de 0,1 Mtep, la consommation de gaz naturel des transports reste négligeable comparée aux autres énergies, même si elle se développe.
(voir aussi (*2)).

Références du chapitre :

(*1) <https://www.wwf.fr/champs-daction/climat-energie/mobilite-durable>

(*2) https://fr.wikipedia.org/wiki/Efficacit%C3%A9_%C3%A9nerg%C3%A9tique_dans_les_transports

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/bilan-energetique-2019/28-55-transports--stabilite-de>

II.c) Dualité entre matière et énergie

Pour transformer la matière il faut de l'énergie. Selon la formule (célèbre d'Einstein) $E = mc^2$ il y a une dualité entre la masse de la matière et le potentiel énergétique de cette matière. La matière est composée d'atomes qui se lient entre eux grâce au partage de l'énergie des électrons qui gravitent autour des atomes. C'est le changement de niveau de gravitation de l'électron qui définit la quantité d'énergie intrinsèque à la liaison. Par exemple, deux atomes d'oxygène se lient en une molécule stable d'oxygène O_2 . Cette stabilité disparaît par l'apport d'énergie sous forme de photon ($E = h \cdot \nu$) et restaure les 2 atomes d'oxygène instables : $O_2 (+ h \cdot \nu) \rightarrow 2O$. C'est le principe de la photochimie. A l'inverse 2 atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène, avec apport d'énergie, se combinent pour former de l'eau H_2O .

La matière est liée à l'ordre et la discontinuité ; l'énergie est liée au désordre et à la continuité.

L'étrangeté du terme « photon » est qu'il sous-entend un corpuscule, qui est donc discontinu alors que la notion de fréquence fait penser à une onde qui est continue et occupe tout l'espace. Depuis le concept de physique quantique, nous sommes amenés à ne jamais séparer ces deux types d'existence pourtant contradictoires.

Pour bien comprendre ces transformations entre matière et énergie consulter le site : <https://fr.wikipedia.org/wiki/E%3Dmc2>

Les transformations de l'état de la matière pour en extraire de l'énergie sont de plusieurs types :

- mécanique : les éoliennes et l'hydroélectricité
- chimique : biomasse, gaz (naturel, hydrogène et méthane), photovoltaïque et pétrochimie
- thermique : vapeur d'eau
- réactions nucléaires

II.d) L'exploitation-production et le stockage de l'énergie

Les réserves mondiales de ressources énergétiques prouvées et exploitables sont évaluées à 1014 milliards de tep (tonnes équivalent pétrole). Au rythme de consommation actuel :

- du pétrole disponible 53 ans (plus long si développement du pétrole de schiste)
- du gaz naturel pour 49 ans (plus long si le permafrost fond)
- du charbon pour 139 ans
- de l'uranium de l'ordre du siècle (plus si surgénération)

L'énergie solaire est pour quelques milliards d'années...

Depuis 2010, le besoin d'énergie s'est accru de 10% et se répartit pour 31% de pétrole, 27% de charbon, 24% de gaz naturel, 4,3% de combustible nucléaire, et 13% de renouvelables (hydroélectricité pour 7%, éolien 2,5%, solaire 1,4%, biomasse et géothermie 1,1% et agrocarburants 0,7%).

La consommation finale d'énergie progresse rapidement (+115% entre 1973 et 2019) ; 19,7% pour l'énergie électrique. La part de l'énergie électrique dans l'ensemble passe de 13% en 1990 à 20% en 2020.

Les plans de transitions énergétique devrait pousser l'usage des Enr à plus de 50% si l'on veut respecter les accords de Paris. Pour aboutir à ce résultat, il faut globalement réduire d'un tiers l'extraction de pétrole, de moitié le gaz et plus de 80 % pour le charbon du sous-sol mondial, d'ici à 2050 (pour contenir le réchauffement du climat de moins de 2° d'ici 2050).

	Réserves mondiales (en unité physique)	Type d'énergie	Réserves mondiales (en %)	Production annuelle (en EJ)	Nombre d'années de production au rythme actuel
	1 732 Gb	Pétrole	27 %	197	53
	188 Tm³	Gaz naturel	17 %	139	49
	1 074 Gt	Charbon	56 %	160	139
		Total fossiles	100 %	496	80
	6,15 Mt	Uranium ^{N 5,4}		24	91
	6,4 Mt ⁶	Thorium ^{N 8}		ns	ns
	21 PWh/an	Hydroélectricité ⁷		38	ns
	39 PWh/an	Énergie éolienne		14	ns
	1 070 000 PWh/a	Solaire		7,6	ns

	n				
	3 000 EJ/an	Biomasse,		56,5	ns

Les énergies fossiles sont de la matière, solide (charbon), liquide (pétrole) ou gazeuse/liquide (gaz naturel). Les déplacements des matières fossiles, depuis l'extraction jusqu'aux points de consommation (après traitement) s'effectuent par des pipelines, par des transports routiers et maritimes. Pour le charbon le traitement primaire se fait sur les lieux d'exploitation ; Pour le pétrole des structures particulières assurent le traitement en sous-produits énergétiques, transportés et stockables près des points de consommation. Toutes les structures d'exploitation, de transport et de traitement dégradent les paysages et sont polluantes.

Pour l'énergie électrique les réservoirs de stockage génèrent une pollution à leur mise en place et dégradent plus ou moins le paysage. Par contre la transformation elle-même pour produire de l'électricité depuis la ressource primaire n'est pas polluante (mais cette électricité ne peut pas être stockée).

L'éolien et le photovoltaïque ne nécessitent pas d'extraction de ressources naturelles pour la production d'électricité. L'intermittence de ces sources de transformation en énergie électrique ne peut pas être compensé par un stockage à coût compétitif. L'électricité produite par ces sources n'ayant pas de demande sera stocker après transformation sous une autre énergie : fabrication d'hydrogène, remonter de l'eau depuis un bassin bas vers le bassin haut des centrales hydroélectriques, stockage sous forme de vapeur... Ce stockage/transformation est onéreux, pénalisant la compétitivité des ces processus par rapport aux énergies fossiles. Bien que le vent et l'énergie solaire soient gratuits, la réalisation onéreuse des sites de production et le faible rendement impacte le prix du kw*h produit (et la rentabilité de l'investissement).

Références du chapitre :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Ressources_et_consommation_%C3%A9nerg%C3%A9tiques_mondiales