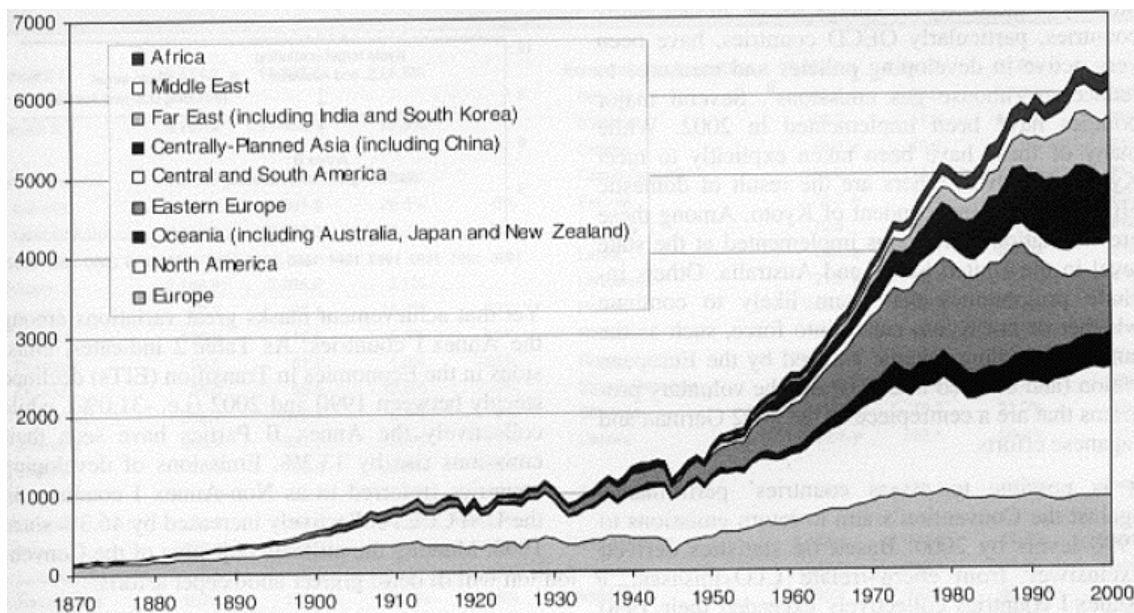


THEME 2 : ENJEUX PLANETAIRES CONTEMPORAINS : L'ENERGIE ET LE SOL

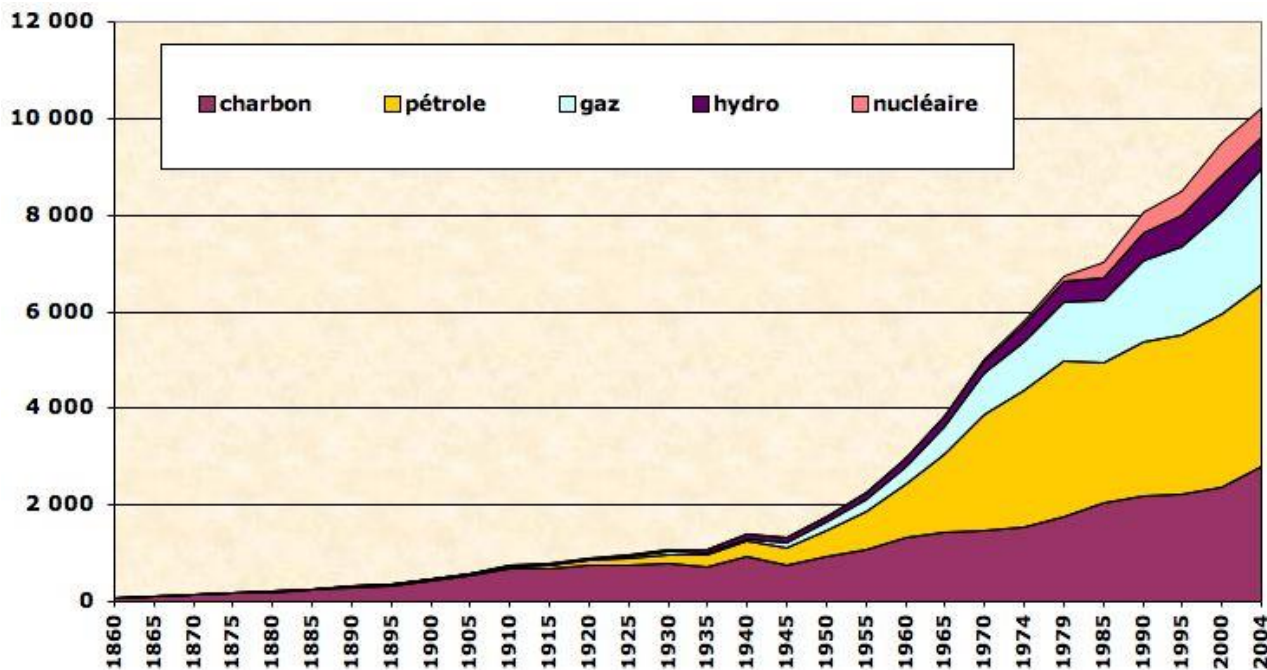
Classe : Secondes GT
Durée conseillée : 7 semaines
Nombre de TP :

En rouge : Bilans à faire noter aux élèves
En bleu : Activités pratiques et capacités
En vert : Problématique et hypothèses

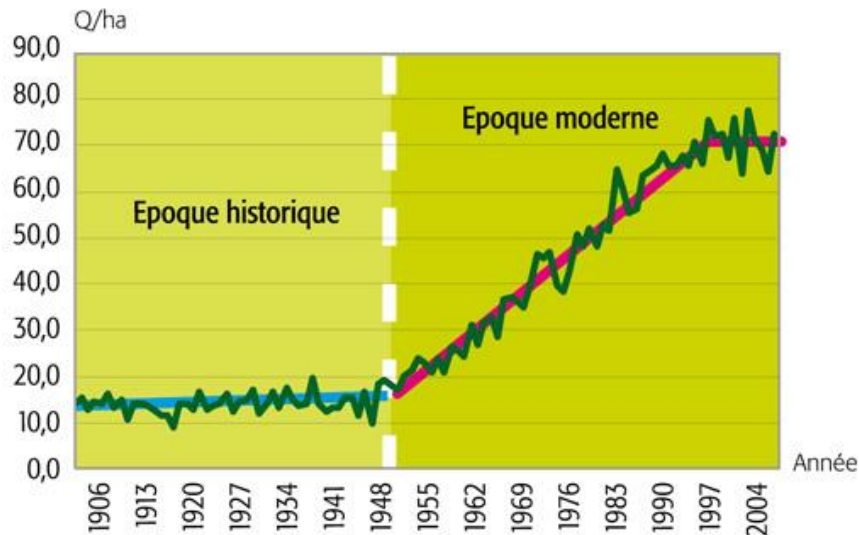
Introduction



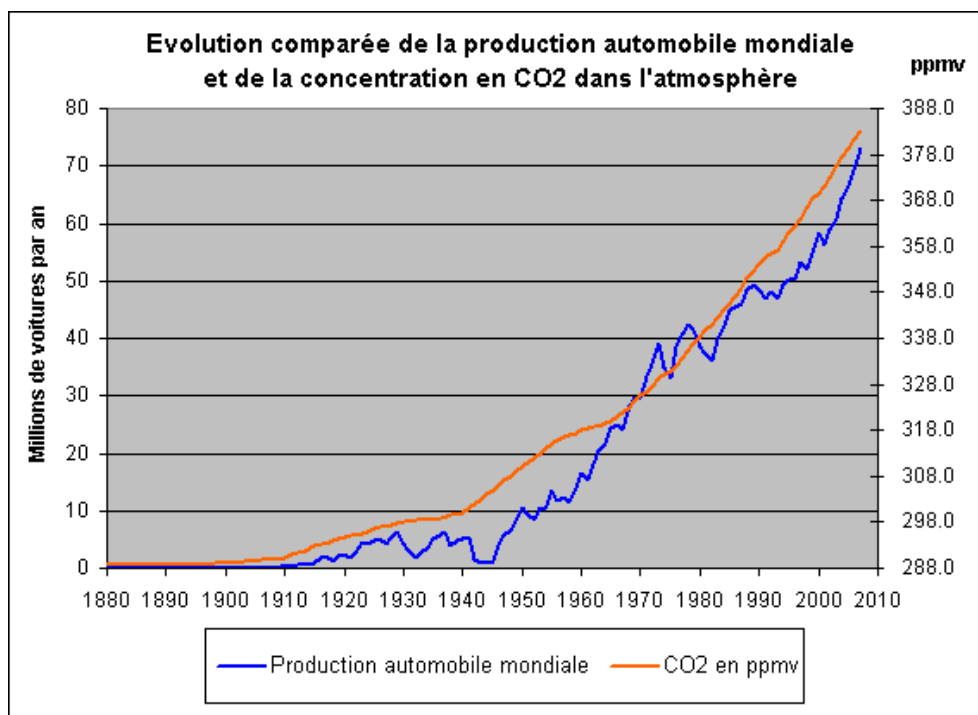
Graphique de la population mondiale (en millions d'habitants) depuis 1870



Graphique de la consommation d'énergie (en GTeP : Giga Tonne équivalent pétrole) depuis 1860



Etat de la production agricole mondiale (en quintal : 100 kg par hectare) depuis 1906



La population mondiale a été multipliée par 7 entre 1945 et nos jours et les besoins de ces populations sont croissants. En effet, on remarque que la production agricole, la production d'énergie et la production de déchets (CO₂) suivent les mêmes évolutions mais ceci traduit des inégalités (pays développés et pays en développement).

Néanmoins, les rendements agricoles semblent stagner malgré l'amélioration des connaissances et des techniques. Ceci implique que pour augmenter notre production, il faut cultiver une plus grande surface or les surfaces cultivables sont restreintes.

D'autre part, notre production énergétique est basée à 80% sur des énergies non renouvelables (pétrole, gaz, charbon). Or ces ressources ne sont pas renouvelables et la production d'énergie pourrait devenir limitante.

L'énergie et les sols sont donc 2 enjeux majeurs du 21^{ème} siècle.

Comment exploiter et produire suffisamment de ressources sans compromettre la survie des générations futures ?

- Comment nourrir 9 milliards d'individus en 2050 ?
- Comment produire suffisamment d'énergie sans compromettre la réussite des générations futures (développement durable) ?

Chapitre I - Nourrir 9 milliards d'individus en 2050 ?

Problématique :

- D'où proviennent l'énergie et la matière nécessaires aux êtres vivants ?

Pour satisfaire les besoins alimentaires de l'humanité, l'Homme utilise les plantes pour se nourrir et pour nourrir les animaux servant à la production de viande. Les végétaux sont donc à la base de la production **d'énergie** et de matière vivante, la **matière organique**. Cette production de matière organique est réalisée par un processus nommé **photosynthèse**.

I- L'énergie solaire permet la photosynthèse

TP1 : L'énergie solaire et la photosynthèse

Problématique : Où et comment est réalisée la photosynthèse ? Quelle est l'importance de cette réaction à l'échelle de la planète Terre ?

1. Les conditions de la photosynthèse

La lumière du Soleil permet la photosynthèse au niveau des parties vertes des végétaux (parties chlorophylliennes). Cette réaction est réalisée à partir de l'énergie lumineuse, du CO₂ et de l'eau qui seront transformés en glucides (glucose) et en oxygène selon l'équation suivante :

PHOTOSYNTHESE :



Les molécules organiques produites seront ensuite transformées ou stockées, notamment sous forme d'amidon (fruits comme les abricots, cerises, banane ..., graines comme la noix, tubercules comme la pomme de terre, ...). La présence d'amidon et de chlorophylle dans le chloroplaste permet de dire que la photosynthèse se déroule dans cet organe.

Conclusion : La photosynthèse produit de la matière organique qui permet de nourrir les humains qui utilisent 24% de la photosynthèse mondiale.

Schéma du déroulement et de localisation cellulaire de la photosynthèse

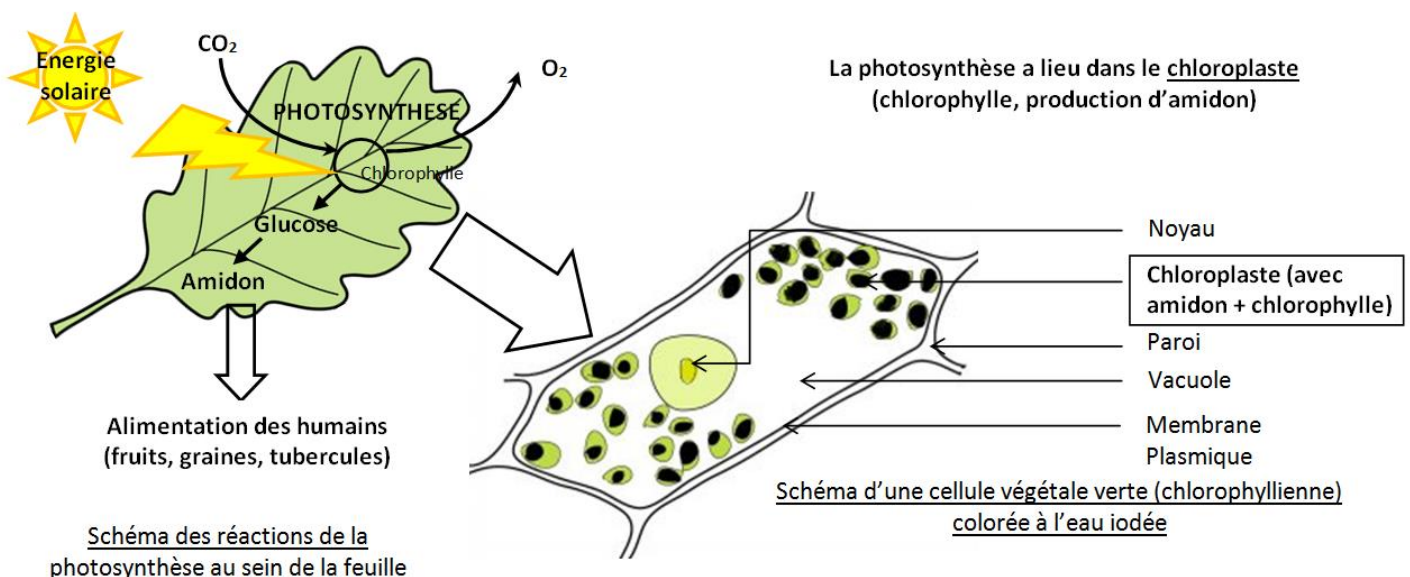


Schéma des réactions de la photosynthèse au sein de la feuille

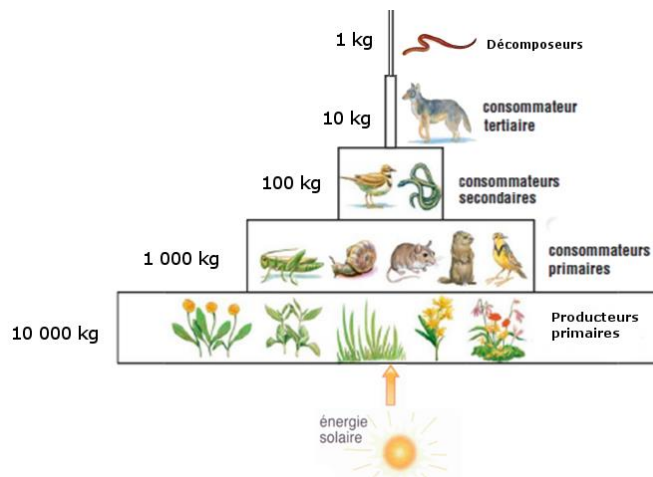
2. Importance planétaire de la photosynthèse

Dans tous les écosystèmes, les êtres vivants s'organisent selon une pyramide écologique qui présente 4 niveaux trophiques (alimentaires) :

- les producteurs primaires (PI) : ce sont les plantes vertes qui sont capables de produire la matière organique grâce à la photosynthèse.
- Les consommateurs primaires (CI) (herbivores) qui consomment la matière organique produite par les végétaux.
- Les consommateurs secondaires sont les carnivores qui consomment les herbivores
- les décomposeurs (lombrics, bactéries) qui dégradent la matière organique pour la transformer en matière minérale.

Conclusion : La photosynthèse est donc à l'origine de toute la matière organique de la chaîne alimentaire. Sans photosynthèse, la vie ne serait pas possible. La photosynthèse capte près d'1% de l'énergie solaire (ce qui est très important : 1340 GTep/an sachant que la consommation d'énergie de tous les humains est de 20 GTep/an).

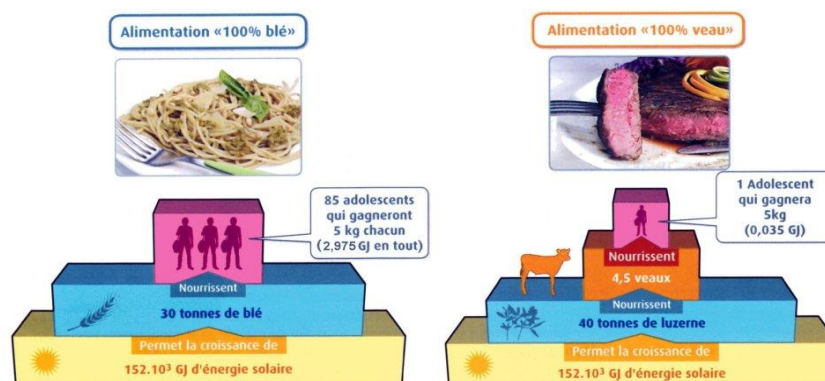
Schéma de l'importance de la photosynthèse à dans la pyramide écologique et à l'échelle de la planète.



3. Biomasse et rendement

La biomasse correspond à la quantité de matière organique présente dans un niveau trophique (ex : 1000 kg de producteurs primaires). Le rendement correspond au pourcentage de matière organique qui passe d'un niveau trophique au niveau trophique supérieur (100 kg d'herbivores pour 1000 kg de producteurs primaires : rendement de 10%). En effet, la majeure partie (90%) de la matière organique consommée par les êtres vivants est utilisée pour produire de l'énergie (respiration cellulaire).

Ce rendement de 10% correspond à la règle du 10 qui permet de comprendre que l'alimentation des humains des pays développés est assez riche en viande, ce qui crée une pression sur les ressources de la planète Terre. Se nourrir exclusivement de végétaux exige 10 fois moins de plantes que se nourrir exclusivement de viande. C'est pourquoi, certaines personnes proposent de réduire notre consommation de viande afin de limiter notre pression sur la photosynthèse.



Transition :

- Sommes-nous capables de cultiver suffisamment de sols pour produire de la nourriture pour l'ensemble de la population mondiale ?
- Comment améliorer les cultures végétales ?

Le SOL

- Qu'est-ce que c'est, quels sont les éléments qui le composent ?
- Comment se forme-t-il ? Est-ce une ressource facilement disponible, fragile ?

ANNEXE : Le Jour du Dépassement planétaire.

http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/08/20/mardi-20-aout-l-humanite-entre-en-periode-de-dette-ecologique_3463559_3244.html?xtmc=ressources_naturelles&xtcr=33



Il n'aura fallu à l'humanité qu'un peu moins de huit mois, 232 jours exactement, pour consommer toutes les ressources naturelles que la planète peut produire en un an. Ce mardi 20 août correspond au "Global Overshoot Day" ou "jour du dépassement planétaire" selon l'organisation non gouvernementale Global Footprint Network (GFN), qui calcule chaque année ce "jour triste et solennel". Principaux responsables de ces dégâts : le rejet massif de CO₂ et la surexploitation des milieux naturels.

Depuis 2003, les experts scientifiques de l'ONG canadienne et le think tank anglais New Economics Foundation calculent chaque année cette empreinte écologique visant à "évaluer l'impact des activités humaines sur les écosystèmes de la planète". Un indicateur créé pour mesurer "l'écart entre ce que la nature peut régénérer et ce qui est requis pour alimenter l'activité humaine". Calculé en hectare global par habitant (hag/hab), il compare la quantité de ressources naturelles disponibles et la consommation réelle dans chaque pays.

Pour GFN, le premier dépassement est intervenu en 1970. Depuis, la date se fait chaque fois plus précoce, marquant une accélération importante du processus de dégradation de notre planète. En 1980, l'"Overshoot Day" était tombé un 8 novembre, en 2000, un 8 octobre et en 2009, un 7 septembre. "Et il est à craindre que la date va encore avancer au fil des années" ajoute-t-on chez WWF, partenaire de Global Footprint Network.

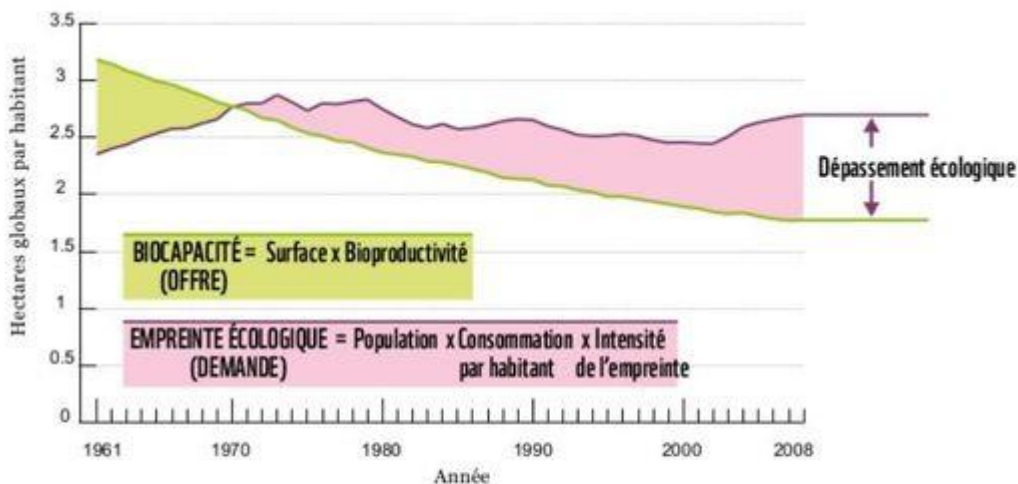


Figure 23 : Evolution de l'Empreinte écologique et de la biocapacité par personne de 1961 à 2008

La diminution de la biocapacité par habitant est principalement due à l'augmentation de la population mondiale : les ressources terrestres doivent dès lors être partagées entre un plus grand nombre d'êtres humains. L'accroissement de la productivité de la planète ne suffit pas à compenser la demande de cette population croissante (Global Footprint Network, 2011).

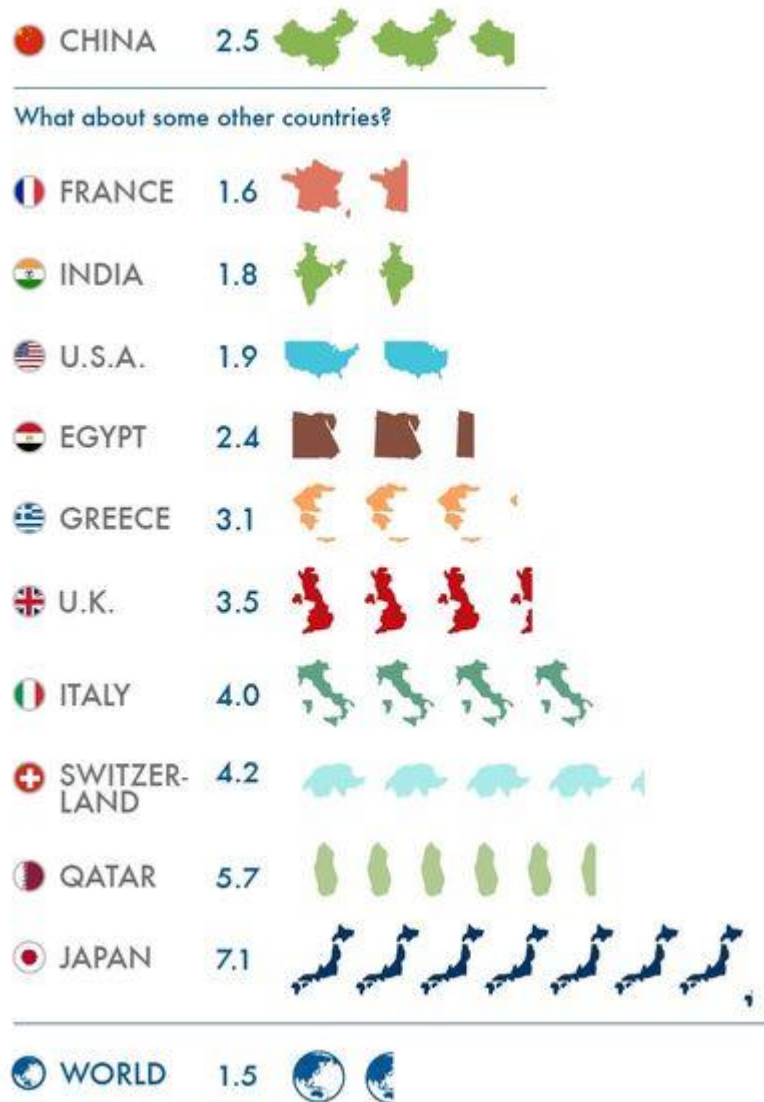
LE MONDE NE SUFFIT PAS

Les prévisions de l'ONG canadienne ne sont pas engageantes. Il faudrait aujourd'hui "plus de 1,5 Terre pour répondre aux besoins d'une population humaine toujours croissante. A ce rythme, nous aurons besoin de 2 planètes bien avant la moitié de ce siècle". Un constat que partage

WWF : "Notre empreinte écologique va encore augmenter surtout que d'après les prévisions des Nations unies, la population mondiale atteindra les 9,1 milliards de personnes en 2050." Plus d'individus sur la planète signifiant une consommation accrue et son corollaire, l'aggravation de la "dette écologique".

"L'humanité vit au-dessus de ses moyens", tranche le Global Footprint Network. "Le seuil critique a été atteint depuis environ trente ans et la consommation des hommes dépasse désormais ce que la nature est en capacité de lui fournir en termes de recyclage de CO2 libéré et de production de nouvelles matières premières."

La nature n'est donc plus capable de se régénérer suffisamment vite pour absorber les activités humaines à l'origine de la diminution de la couverture forestière, de la dégradation des réserves d'eau douce ou de l'émission de pollutions. 80 % de la population mondiale vit dans des Etats qui utilisent plus de ressources que ce que leur permettent les écosystèmes de leur territoire national. Parmi ces pays "débiteurs écologiques", le Japon aurait besoin de plus de "7,1 Japon" pour subvenir aux besoins de ses habitants et le Qatar, 5,7 fois sa superficie. La France consomme, elle, l'équivalent de 1,6 France par année.



"Nous ne pouvons plus continuer à creuser cette dette écologique" prévient l'ONG qui préconise plusieurs solutions : nouvelles technologies, aménagement urbain, réforme fiscale écologique ou encore des régimes alimentaires moins riches en viande. "Sinon, le dépassement des limites écologiques finira par liquider la planète."

II- Le sol, un milieu indispensable à la vie

L'agriculture détourne la photosynthèse au profit de l'Homme et nécessite des sols cultivables et de l'eau. Ces ressources sont inégalement réparties à la surface de la planète et disponibles en quantité limitée.

Observation initiale (p150) : la production de végétaux est dépendante de l'épaisseur du sol mais aussi de la qualité du sol (moins bon dans du sable que dans du terreau).

TP2 : Les sols, un milieu indispensable à la vie

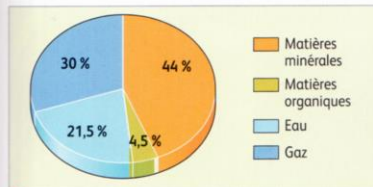
Problématique : Quelles sont les propriétés (physiques, chimiques et biologiques) du sol nécessaires à la croissance des végétaux ?

1. Le sol, un milieu complexe

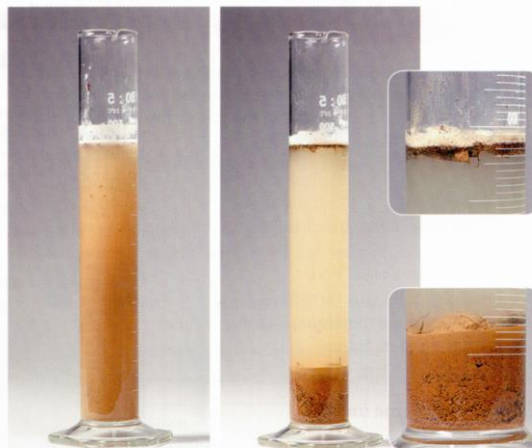
2 Composition d'un sol

RÉALISER

- Mélanger 50 g d'un sol avec 500 mL d'eau dans une éprouvette graduée.
- Mélanger vigoureusement.
- Laisser décanter puis observer.



a Composition moyenne d'un sol.



b Mélange de sol et d'eau, avant et après décanter.

En mélangeant le sol avec de l'eau dans une éprouvette, et en laissant reposer (sédimentation) ce mélange, on peut identifier les différents composants du sol. Le sol est composé :

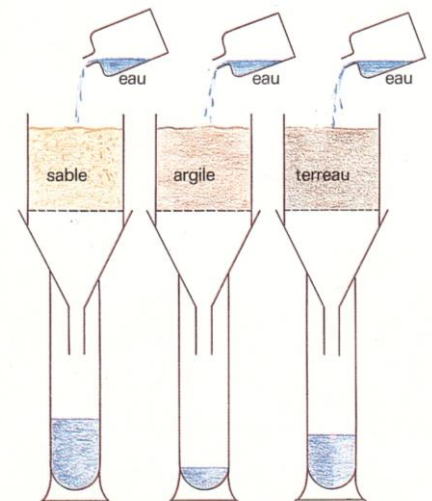
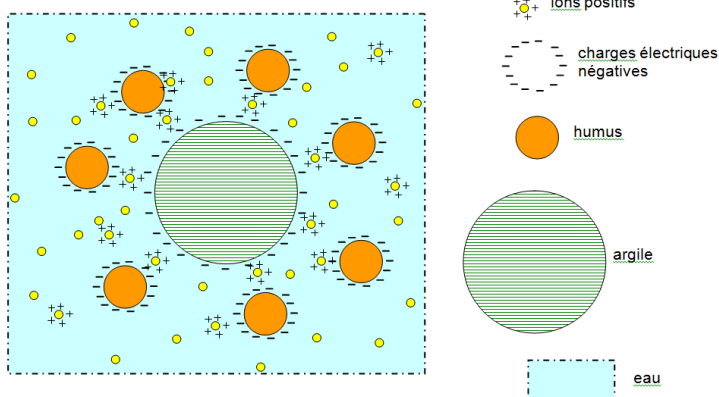
- Débris végétaux et animaux qui flottent en surface
- D'argiles et d'humus (particules fines : 2µm) en suspension
- De limons (2 à 50µm)
- De sables fins et grossiers (50 à 2000 µm).

CONCLUSION : Les sols fertiles sont riches en particules organiques comme l'humus (particule sombre). La plupart des plantes préfèrent des sols légèrement acides (pH=6, en lien avec des sous-sols granitiques) mais certaines plantes tolèrent des sols basiques (pH 7 à 8 comme l'olivier ou la vigne).

2. Le sol, un milieu qui retient l'eau (voir p 165)

Les différents composants des sols retiennent plus ou moins bien l'eau. L'argile laisse passer très peu d'eau (étanche) alors que le sable laisse passer beaucoup d'eau.

L'association de ces particules dans le sol (terre) permet de former un milieu qui retient l'eau. C'est en particulier grâce à la formation de complexe argilo-humique. Celui-ci retient l'eau et les sels minéraux qui seront nécessaires à la plante. La culture des plantes nécessite donc un sol « équilibré ».

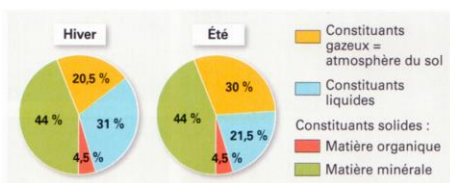


Quantité maximale d'eau retenue (en %)		
sable	argile	terreau
12 %	30 %	20 %

3. Le sol, un milieu en interaction avec les animaux

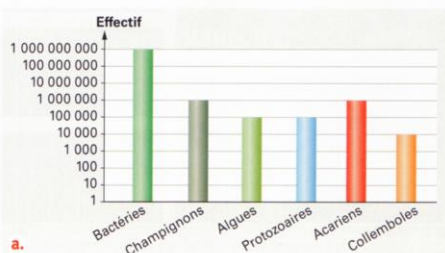
Dans la partie superficielle du sol, les animaux sont très nombreux et entretiennent le sol par 3 actions principales :

- la **macrofaune** (lombrics, araignées, millepattes) brasse et aère le sol (galeries)
- la **microfaune** (acariens) fragmente les débris d'êtres vivants
- les **microbes** (bactéries, champignons) dégradent la matière organique et forment l'humus.



3 Les différents constituants d'un même sol mesurés en hiver et en été.

La matière vivante est incluse dans la matière organique. Elle représente moins de 0,1 % mais son rôle est fondamental.



4 Les êtres vivants d'un sol.

Le sol contient de l'air et de l'eau indispensables à la vie des millions d'êtres vivants qu'il héberge.

a. Effectifs moyens pour différents êtres vivants dans un gramme de sol. À cela s'ajoutent plusieurs dizaines de vers de terre et plusieurs dizaines de mètres de racines par mètre carré de sol.

b. Microfaune (petits animaux) du sol observée à la loupe binoculaire (x 2).



Composition chimique des déjections de lombrics comparée à celle du sol environnant		
Éléments chimiques	Teneur du sol en %	Teneur des déjections en %
Calcium (Ca)	19,90	27,90
Magnésium (Mg)	1,62	4,92
Azote (N)	0,04	0,22
Phosphore (P)	0,09	0,67
Potassium (K)	0,32	3,58

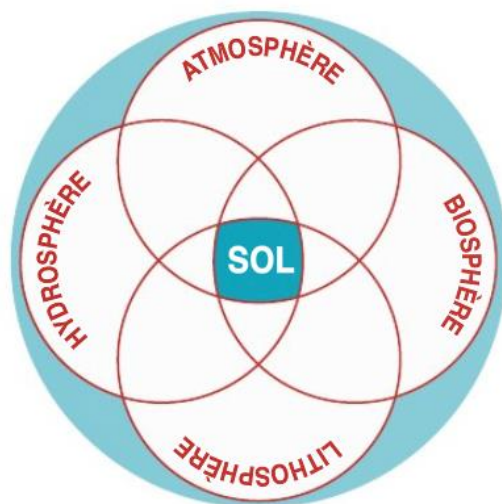


Etres vivants	Quantité	Rôles
Macrofaune lombrics, araignées, myriapodes etc	10 à 1000 par m ²	- Aération du sol - Brassage de la matière organique avec la matière minérale
Microfaune collembolles, acariens, nématodes	20000 à 500000 par m ²	- Fragmentation des débris végétaux
Champignons microscopiques	10000 à 4000000 par g de sol	- Dégradation de la matière organique végétale en divers composés de l'humus*
Bactéries	10000 à 4000000000 par g de sol	- Décomposition de la matière organique en matière minérale

*humus : matière noire correspondant au composé final de la dégradation de la matière organique.

CONCLUSION :

Le sol est donc un milieu qui est entretenu en permanence et dépend de nombreux paramètres : climat (températures et humidité précises), roches du sous-sol, êtres vivants, apports nutritifs, tassement ... Toute modification de cet équilibre fragile entraîne la destruction du sol.

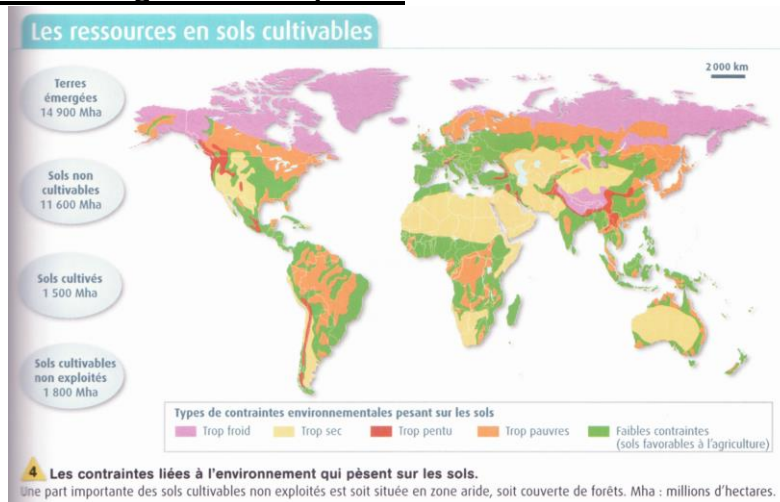


III- Le sol, une ressource non renouvelable et fragile

TP3 : Le sol, une ressource fragile

Problématique : Le sol est-il un patrimoine durable ?

1. Une ressource inégalement répartie



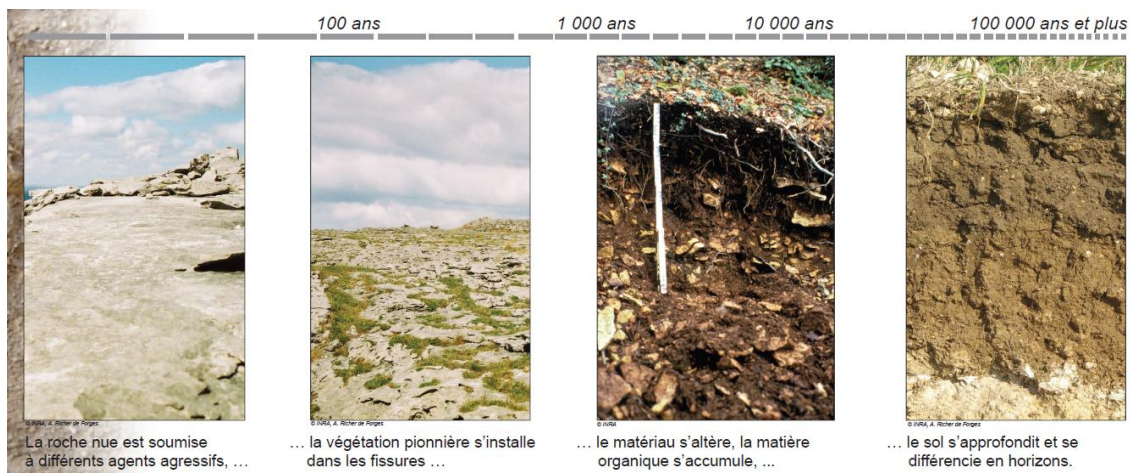
Dans le monde, les sols sont répartis inégalement (Europe, Amérique du nord, Amérique du sud, Afrique centrale, Asie). Or, plus de 75% des sols ne sont pas cultivables (climat trop froid, trop sec, pente trop forte, trop pauvres). Seuls 10% de la surface des continents sont cultivés mais il reste encore 15% de sols potentiellement cultivables qui pourraient nourrir la 10 milliards d'humains en 2050. Néanmoins, il faut être attentif à préserver les ressources (forêt, biodiversité ...).

2. La formation d'un sol

La formation d'un sol est un processus très lent qui nécessite 2 processus :

- La dégradation de la roche mère qui permet de former des particules minérales (sables, limons et argiles ...).
- La décomposition de la matière organique (et des êtres vivants) par les décomposeurs (lombrics ...) produit notamment de l'humus et le complexe argilo-humique responsable de la richesse du sol.

Le sol est lent à se former (1 cm/siècle). Les sols sont donc une ressource non renouvelable (à l'échelle humaine).



3. Les menaces pesant sur le sol

A Les facteurs à l'origine de la dégradation des sols



Conséquence d'une forte pluie sur un sol agricole dégradé.

Certaines pratiques agricoles (labours trop profonds, monoculture, engrais chimiques et pesticides en excès, surpâturage) entraînent l'appauvrissement du sol en matière organique et en activité biologique. Cette activité facilite la destruction des horizons superficiels des sols. Il y a alors formation d'une croûte en surface qui gêne le développement des plantes et facilite le ruissellement de l'eau et l'érosion des sols.

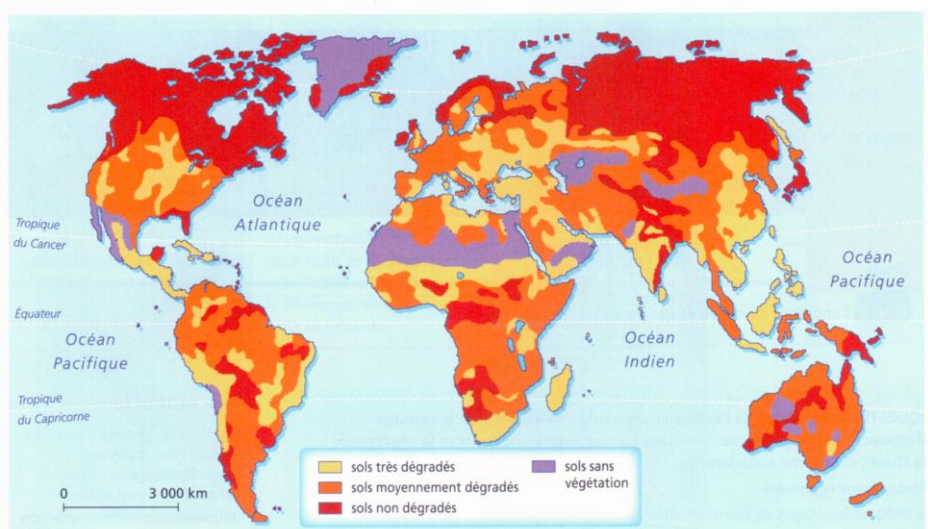
Une dégradation, même légère, de la qualité d'un sol, entraîne une baisse de production végétale réduisant le rendement de la culture.

Une forte dégradation rend le sol non cultivable. Il n'est alors plus possible de renverser le processus.

L'urbanisation est un des facteurs majeurs de disparition des sols.

type de dégradation	surfaces agricoles (en millions d'hectares)			
	légères	modérées	fortes	extrêmes
dégradations dues à l'eau (érosion...)	343,2	526,7	217,2	6,6
dégradations dues au vent (érosion, déformation...)	268,6	271,6	24,3	1,9
dégradations d'origine chimique (salinisation, pollution...)	93	103,3	41,9	0,8
dégradations d'origine physique (compaction...)	44,2	26,8	12,3	
TOTAL	38,1 %	46,3 %	15,1 %	0,5 %

Doc. 1 Surfaces agricoles à l'échelle mondiale, atteintes par diverses dégradations dues aux activités humaines. (Surface agricole française: 17 000 ha.)



Doc. 2 Répartition de la dégradation actuelle des sols à l'échelle mondiale. (Programme des Nations Unies pour l'environnement)

Dans le monde, près de 40% des sols cultivables (terres arables) sont dégradés par les activités humaines, notamment à cause de :

- l'érosion due à l'eau et au vent : destruction par l'eau facilitée sur des sols aplanis et déjà fragilisés, la disparition des haies et des forêts ... Solution : semer de la pelouse, des végétaux.
- l'agriculture intensive : tassement, compaction, labours trop profonds (agriculture intensive)
- les pollutions : Mercure, Plomb, pesticides, sel (ex de la Mer d'Aral)
- l'urbanisation (artificialisation) : construction de route et de bâtiments. Un département français disparaît tous les 10 ans sous le béton et le goudron (55 000 ha).

Le sol permet la culture des plantes qui sont à l'origine de la nourriture de l'Humanité. Cette ressource est non-renouvelable et très inégalement répartie. De plus, elle entre en compétition avec d'autres utilisations (construction, énergie, écosystèmes naturels à protéger). Enfin, toutes les pratiques qui affectent les êtres vivants du sol contribuent à l'affaiblissement du sol. Une gestion raisonnée de l'utilisation des sols est donc indispensable au développement durable à la nutrition de l'espèce humaine.

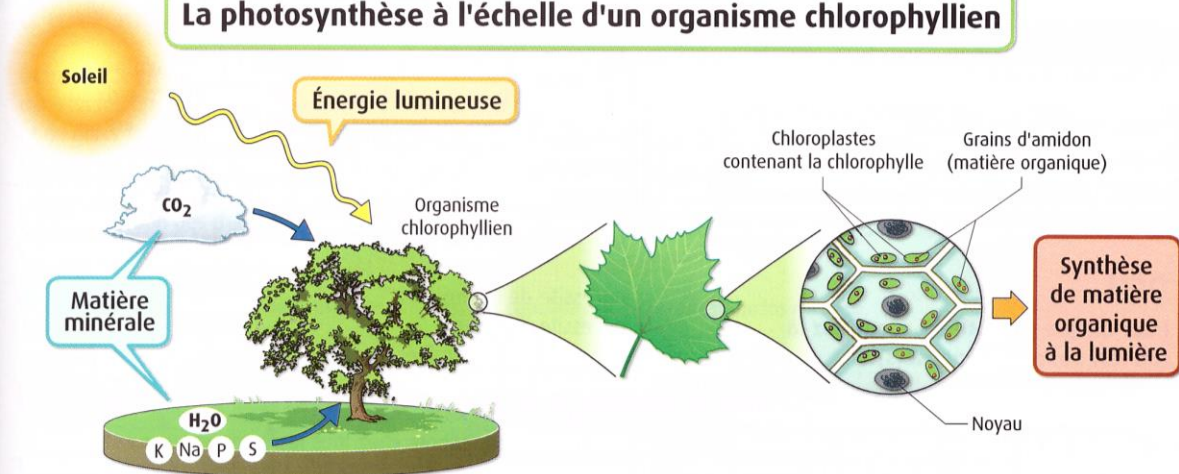
Approfondissement :

http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9gression_et_d%C3%A9gradation_des_sols

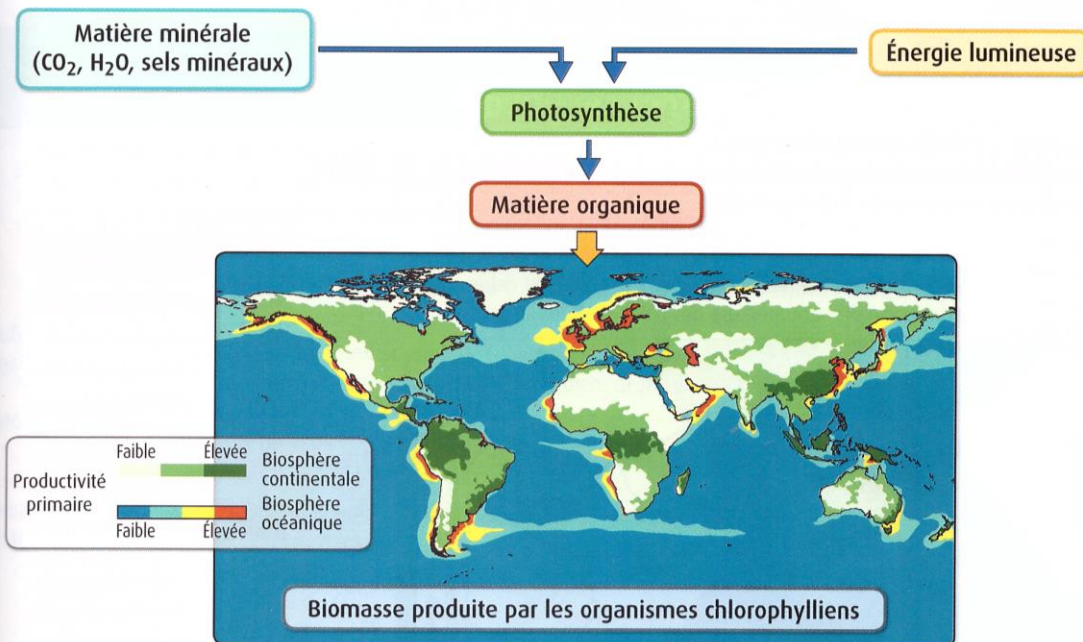
+ BILAN POLY INRA

L'essentiel par l'image

La photosynthèse à l'échelle d'un organisme chlorophyllien



La photosynthèse à l'échelle de la biosphère



L'essentiel par le texte

- > La lumière solaire permet, chez les végétaux verts et les autres organismes chlorophylliens, la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone.
- > Ce processus permet, à l'échelle de la planète, l'entrée de matière minérale et d'énergie dans la biosphère.

Les capacités et attitudes

Capacités :

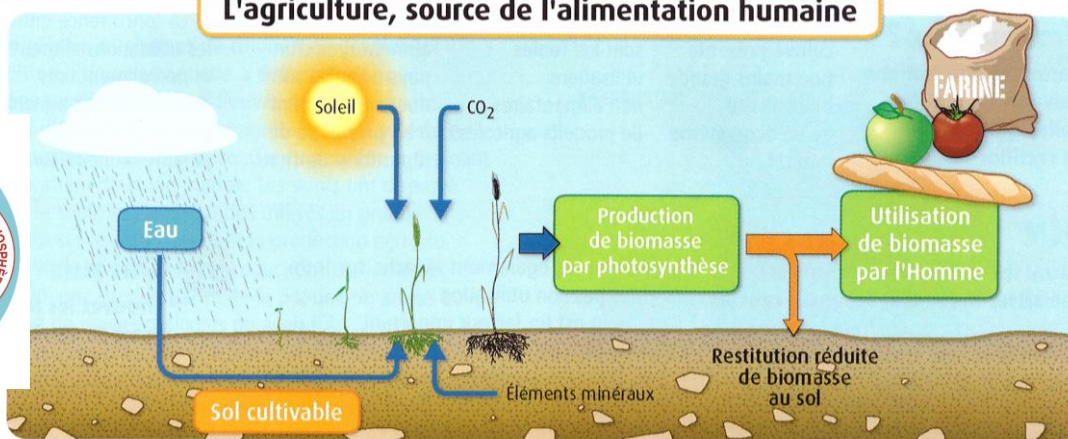
- Etablir les éléments du bilan de la photosynthèse à partir d'arguments expérimentaux (TP1)
- Etablir l'importance de la photosynthèse à l'échelle de la planète (TP1)
- Observer au microscope

Définitions :

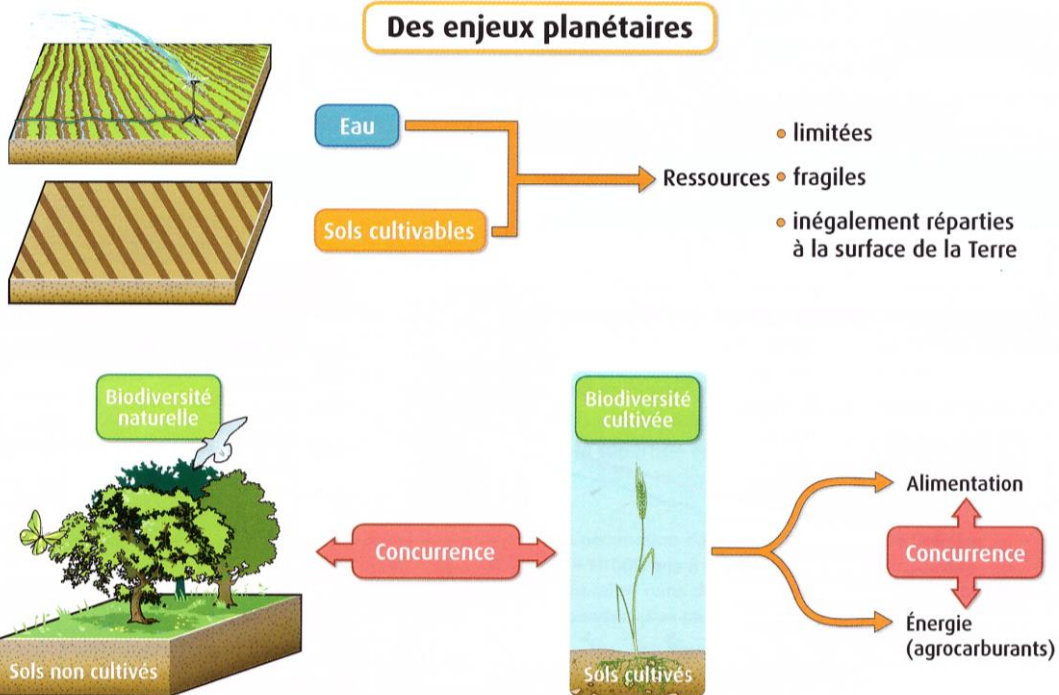
- Photosynthèse, Cellule végétale, Chloroplaste et Chlorophylle, Ecosystème, Chaîne alimentaire, Producteur primaire et Productivité primaire, Consommateurs, Biomasse

L'essentiel par l'image

L'agriculture, source de l'alimentation humaine



Des enjeux planétaires



L'essentiel par le texte

- > Pour satisfaire les besoins alimentaires de l'humanité, l'Homme cultive des plantes : c'est l'agriculture. Il utilise ainsi à son profit la photosynthèse pour se nourrir.
- > Les sols cultivables et l'eau sont indispensables à l'agriculture. Ils sont inégalement répartis sur Terre, fragiles et disponibles en quantité limitée.
- > L'augmentation des surfaces cultivées se fait au détriment de la biodiversité naturelle.
- > L'agriculture est une source de nourriture, mais aussi d'agrocarburants. Ces deux productions entrent en concurrence.

Les capacités et attitudes

Capacités :

- Identifier les composants du sol (TP2) et utiliser une clé de détermination (TP2)
- Utiliser un logiciel de Système d'information géographique (Google Earth TP3)
- Connaître les grandes lignes des enjeux de la gestion durable des sols et de l'eau potable

Définitions :

- Particules minérales (graviers, sables, argiles), particules organiques (humus), pH, rôle des êtres vivants, complexe argilo humique, formation du sol, érosion, artificialisation, pollution ...