

NOURRIR L'HUMANITE

PRÉREQUIS 2NDE

- > - **10 000 ans** : n'existent que des écosystèmes naturels comme source de nourriture pour les êtres vivants dont l'Homme
- < - **10 000 ans** : l'Homme transforme les écosystèmes en agrosystèmes orientés vers une production récoltée.

La production agricole devra augmenter de 70 % d'ici 2050 (presque 100 % dans les pays en développement).

**COMMENT NOURRIR L'HUMANITÉ (7,2 GHABTS, 9 PRÉVUS D'ICI À 2050) DE MANIÈRE OPTIMALE ?
DANS UNE PERSPECTIVE DE DD ? COMMENT PRODUIRE ? PRODUIRE PLUS ? DE FAÇON DURABLE ?
CONSOMMER DIFFÉREMMENT ?
COMMENT PRODUIRE ? PRODUIRE PLUS ? DE FAÇON DURABLE ? CONSOMMER DIFFÉREMMENT ?**

rappel : DD : conception de la fin du XX^e S visant à une croissance globale en intégrant 3 piliers : le social, l'économique et l'écologique

I / FONCTIONNEMENT D' UN ECOSYSTEME

Pour satisfaire ses besoins alimentaires, l'Homme crée et gère des agrosystèmes, écosystèmes artificiels de prélèvement de matière organique, végétale ou animale.

QU'EST-CE QU'UN ÉCOSYSTÈME NATUREL ? UN AGROSYSTÈME ? COMMENT GÉRER UN AGROSYSTÈME POUR UNE PRODUCTIVITÉ OPTIMALE ?

A/ L'agrosystème, écosystème naturel modifié

1/ **principe de fonctionnement d'un écosystème naturel** : voir fiche distribuée

Sur Terre, la biosphère s'organise en **écosystèmes** à 2 composantes :

- le biotope, environnement physico-chimique
- la biocénose, communauté vivante d'individus, tous les êtres vivants du biotope, dont la masse totale est appelée biomasse et l'accroissement productivité : elle comporte des organismes qui établissent des liens trophiques (alimentaires) caractérisés par des échanges d'énergie et de matière :
 - ⇒ les autotrophes qui produisent de la matière organique à partir uniquement de matière minérale, en convertissant l'énergie solaire en énergie biochimique par la photosynthèse : ce sont des producteurs primaires
 - ⇒ les hétérotrophes qui consomment de la matière organique pour produire leur propre matière organique : ce sont des producteurs secondaires, tertiaires etc parmi lesquels on distingue les consommateurs et les décomposeurs (recycleurs de matière organique en matière minérale).

calculs de productivité énergétique :

productivité des herbivores : $2500 / 50000 = 0,05 = 5\%$

productivité des carnivores de 1^{er} ordre : $50 / 2500 = 0,02 = 2\%$

productivité des carnivores de 2^e ordre : $1/50 = 0,02 = 2\%$

seuls 5% de l'énergie contenue dans les végétaux sont fixés dans la MO des herbivores

seuls 2% de la MO des herbivores se retrouve dans les carnivores de 1^{er} ordre; idem de 2^e ordre

d'un niveau trophique à l'autre, une petite fraction seulement de l'énergie qui est transmise est stockée sous forme de MO => c'est la pyramide des biomasses (voir planche)

dans un écosystème naturel, la matière circule d'un maillon à un autre dans une chaîne alimentaire : le 1^{er} est le 1^{er} producteur de MO par photosynthèse. La MO est décomposée à la mort du dernier maillon en matière minérale : le recyclage est total.

2/ **comparaison des flux de matière et d'énergie écosystème naturel / agrosystème (AP # 1 : prairie / champ de blé)**

agrosystème : partie importante de la production primaire = récolte exportée : la matière organique correspondante à cette récolte ne pourra donc pas être recyclée => perte d'ions minéraux => pour éviter l'épuisement des sols => apports compensateurs d'engrais

+ l'agriculture est intensive => + récoltes importantes => + exportation d'ions importante => + besoin d'engrais important.

intrants agricoles = produits apportés aux cultures = engrais, produits phytosanitaires (= pesticides), amendements (éléments améliorant les propriétés physico-chimiques du sol, tels que sable, tourbe, chaux...), activateurs ou retardateurs de croissance, semences (et plants).

Par extension : + ce que l'exploitation agricole doit acheter : carburant, aliments pour animaux non produits dans la ferme, eau (irrigation), matériel agricole, frais vétérinaires ...

Les 3 éléments (atomes) de base d'un engrais sont par ordre d'importance décroissant :

- **l'azote N sous forme d'ion nitrate NO_3^-** => développement de toutes les parties aériennes de la plante (tiges, feuilles, bourgeons, fleurs, fruits)

- **le phosphore P sous forme de phosphates** => renforçant la résistance des plantes et contribuant au développement des racines

- **le potassium (K) sous forme de K^+** => favoriser la floraison et au développement des fruits => d'où nom engrais NPK

Selon la plante cultivée, les proportions en N,P, K varient.

+ parfois contient en complément éléments secondaires (calcium (Ca), soufre (S), magnésium (Mg)) + oligo-éléments (fer (Fe), manganèse (Mn), molybdène (Mo), cuivre (Cu) ...). Cet apport complémentaire n'est pas toujours nécessaire car le sol est généralement assez riche. De plus, bien qu'indispensables à faible dose, les éléments secondaires et les oligo-éléments sont rapidement toxiques pour la plante.

On distingue les engrais organiques d'origine animale (fumiers) ou végétale (engrais verts) des engrais minéraux dits chimiques, produits par l'industrie ou de exploitations de gisements naturels (de phosphates ou de potasse par ex).

Les engrais organiques permettent en outre de renouveler le complexe argilo-humique du sol (CAH) principe de fonctionnement du CAH qui est très important à l'équilibre de la plante sur le lien suivant :

<http://www.agro-systemes.com/images/anim-cah-potassium-2.swf>

<https://www.youtube.com/watch?v=sjrjxVfGcM4>

AP # 10

3/ comparaison des flux d'énergie et de matière des 2 types de productions d'agrosystème (animale / végétale)

vaches = régime alimentaire herbivores donc alimentation surtout matières végétales riche en fibres (fourrage, céréales,...), + concentrés riche en énergie (granulés, farines...) + minéraux + vitamines : chacune chaque jour 70 kg consommés de végétaux + 80 L d'eau bus.

- produire 1 kg de viande de bœuf : 3 kg de céréales pour l'alimentation de l'animal soit 40 000 L d'eau pour leur culture

- produire 1 kg de céréales : contient 3 000 kcal alors qu'1 kg de viande boeuf en contient la moitié donc pour chaque kg de céréales pour l'alimentation du bétail 500 kcal pour la consommation humaine, soit 1/3 d'une ration journalière.

Toutes les viandes ne présentent pas le même bilan en termes de matière et d'énergie. Pour produire 1 MJ sous forme de volaille : 0,3 kg de céréales suffisent (2/6,5) alors qu'il en faut > 0,5 kg (8/15,2) pour produire 1 MJ viande bovine.

Le constat est encore plus flagrant en ce qui concerne le volume d'eau nécessaire.

Consommer de la viande est bien plus dépensier qu'un aliment végétal et n'a pas le même impact écologique.

B/ Conséquences de l'utilisation massive d'intrants (AP # 2 Activité 2)

2 solutions non contradictoires se présentent :

- **augmenter les rendements donc la productivité**

- **augmenter la superficie cultivée**

Entre 1961 et 1999 : l'augmentation de la production agricole = + l'accroissement du rendement (78 %) que des surfaces agricoles (15 %) ou de l'intensification accrue des cultures (7 %). En mer apparaît la pêche industrielle avec des navires-usines qui ont la possibilité de traiter en mer d'énormes quantités de poisson pêché à grande profondeur.

Bien que non prépondérante, la superficie des terres agricoles a aussi contribué pour une part à l'augmentation de la production. En effet, la superficie des terres agricoles (terres arables cultivées + cultures permanentes) n'a cessé d'augmenter dans les pays en développement. La diminution observée dans les pays développés s'explique moins par la disponibilité des ressources terrestres que par facteurs économiques, dont surproduction des produits de base et baisse des prix agricoles.

Jusque dans les années 80, on s'est attaché à améliorer la fertilité des sols principalement en incorporant à ceux-ci des engrais minéraux car beaucoup de gouvernements soutenaient leurs agriculteurs en subventionnant les intrants agricoles comme les engrais, les pesticides ou l'irrigation.

1/ l'eutrophisation

De 1961 à 2009 : consommation d'engrais x 5 => contribution environ 50 % à l'accroissement des rendements agricoles. L'excès de nitrates (et secondairement de phosphates) donné aux plantes (et surtout algues) contribue à accentuer la part qui n'est pas absorbée par la plante. Elle se mélange à de l'eau qui s'infiltré et peut gagner nappes phréatiques et cours d'eau : cet excès de nitrates fait proliférer les plantes aquatiques, en particulier les algues vertes , ce qui à la mort nourrit les bactéries aérobies et leur métabolisme oxydatif génère une hypoxie (net manque en O₂ disponible dans un milieu) pour les maillons de l'écosystème du cours d'eau et donc une baisse de la biodiversité animale (poissons entre autres, mollusques, crustacés dépérissent) dans cette étendue aqueuse. En France, 1 cours d'eau / 3 est eutrophisé.

<https://www.youtube.com/watch?v=6LAT1gLMpu4>

2/ la bioaccumulation

pesticides = produits phytosanitaires = produits chimiques contenant des molécules actives qui visent à neutraliser ou éliminer un ravageur de culture (si insecte => insecticide, si bactérie => bactéricide, si champignon => fongicide, si mauvaise herbe => herbicide dont par ex RoundUp = le principal)

1961 à 1999 : production de pesticides s'est accrue de 854 % (x 8,5 en 40 ans).

ex : une pomme issue agriculture intensive conventionnelle = 27 traitements chimiques dessus en moyenne vers nos tissus adipeux de stockage après digestion et croquage (pour éliminer pesticides, sous l'eau + enlever la pellicule mais = là où vitamines sur plan nutritionnel, et peuvent se retrouver jusqu'au coeur, pour ne pas absorber de pesticides => pomme bio, peau bien mangeable après passage sous l'eau)

après pulvérisation, se retrouve de plus en plus concentrée quand on avance dans les chaînes alimentaires par unité de masse organique + reste dilué polluant donc eau, sol, nappes et cours d'eau après infiltration et écoulement selon gravité ...

3/ une irrigation excessive accentue les pénuries d'eau

De 1961 à 1999 : superficie des terres irriguées presque x 2 mais semble depuis se stabiliser.

rendements des terres irriguées : x 2 ou 3 par rapport terres de cultures pluviales (non irriguées). Actuellement : 40 % des aliments disponibles dans le monde produits sur 17 % des terres irriguées (FAO, 1999).

Les prélèvements d'eau à l'échelle mondiale ont bien sûr suivi l'augmentation des surfaces irriguées : l'agriculture absorbe 70 % de consommation d'eau mondiale.

4/ impacts sur la santé humaine

- nitrates et santé humaine : Les nitrates issus des engrais épandus en excès se retrouvent dans l'eau de boisson. Une eau est potable si elle contient < 50 mg.L⁻¹ (= un des nombreux critères de potabilité)

dès 25 mg.L⁻¹ donc la moitié : consommation par les nourrissons déconseillée (pourrait provoquer la mort par asphyxie des cellules).

Chez l'adulte, même à des doses plus faibles, il a été démontré que les nitrates se transforment en substances cancérigènes (nitrites). Il est donc déconseillé, quand on peut l'éviter, de boire de l'eau contenant des nitrates, même si elle est officiellement potable. Des études récentes montrent aussi le contraire : une eau dépassant le seuil ne serait pas un souci, au contraire ... pour tous ? compliqué ...

- impact des pesticides ? augmentation du taux de cancers, troubles SN, baisse de fertilité, perturbations hormonales. certains interdits de + / - longue date mais de nombreux controversés encore sur le marché : l'utilisation de certains d'entre eux coïncide par exemple avec une brutale diminution de la quantité d'abeilles dans l'écosystème et chez les apiculteurs ; or, les abeilles sont des insectes pollinisateurs importants, maillon indispensable à la reproduction de nombreux végétaux à fleurs (un monde sans abeilles : 4 ans pour l'Homme ? Einstein).

⇒ cf film « Manger peut-il nuire à la santé ? » :

http://www.dailymotion.com/video/xh4dmr_manger-peut-il-nuire-a-la-sante#.UdwT9hZ7ukU

COMMENT PRODUIRE DE FAÇON DURABLE EN RÉDUISANT PAR EXEMPLE L'IMPACT DES INTRANTS ? QUELLES ALTERNATIVES À UN AGROSYSTÈME EXPLOITÉ DE MANIÈRE INTENSIVE ?

voir films « Solutions Locales pour un désordre global » et « Les Moissons du futur »

5/ Impacts énergétiques & bilan carbone

empreinte carbone = estimation de la quantité de GES émise par an

pour une exploitation agricole : cette valeur tient compte de la consommation d'énergie, du transport, du stockage et de tout autre activité liée à l'exploitation des cultures et élevages.

bilan carbone net = empreinte carbone - C stocké sous forme de biomasse

empreinte écologique = estimation de la superficie nécessaire pour répondre à l'ensemble des besoins en ressources naturelles (sol, eau, énergie) les produits transformés et transportés sur de longues distances ont un bilan carbone très élevé (voir l'exposition permanente : Energie à la Cité des Sciences). la conservation des aliments (chambre froide ou congélation) participent également à l'accroissement de ce bilan C.

II / PRATIQUES CULTURALES, ALIMENTAIRES ET PERSPECTIVES GLOBALES

Les pratiques alimentaires sont déterminées par les ressources disponibles, les habitudes individuelles ou collectives et les modes de production, distribution et consommation .

Constats :

De 1961 à 2009 :

- production mondiale de céréales presque X 3

- production de viande (tous types confondus) : x 4

Depuis 1996, la production de viande augmente plus vite que celle de céréales et la production halieutique (= de la pêche) = aquicole (mot préconisé par l'Académie Française) = x 7 et fournit environ 10 % de l'apport calorique chez l'homme.

A/ les limites de la planète cultivable (AP # 3)

1/ la nécessaire augmentation des surfaces agricoles

Depuis 50 ans : cause de l'augmentation de la production agricole = augmentation des rendements. (= > pourrait se réorienter dans le futur vers une approche reposant davantage sur l'expansion des terres cultivées)

projections actuelles : il faudra une superficie supplémentaire de 120 millions d'ha (2x superficie de la France) pour pouvoir faire face à l'accroissement de la production alimentaire nécessaire d'ici à 2030.

Il faut 5 fois plus de surface pour produire 1 kg de bœuf que pour produire 1 kg de poulet et la production végétale est beaucoup plus économe en espace que la production animale.

Selon le type de production, la surface au sol nécessaire varie dans des proportions énormes.

=> consommer autrement tout en couvrant nos besoins peut s'avérer très précieux pour parvenir à augmenter notre production agricole mondiale

2/ la dégradation des sols cultivés

La surproduction, la mauvaise gestion des terres et de l'eau, la déforestation, la désertification, l'absence de rotation des cultures, le recours excessif aux engrais et autres produits chimiques et l'emploi d'un matériel agricole inadapté entraînent :

- une dégradation des sols = érosion : processus de décapage des particules de surface de ce sol par un agent météorique avec des conditions de surface du sol permettant aux particules d'être emportées (eau, mais aussi vent) : une particule est plus décapée si elle est sur une parcelle de sol nu (la végétation accroît en effet la cohésion du sol), rugueuse et très peu encroûtée. L'érosion causée par l'eau (hydrique) peut prendre plusieurs formes : des minces filets d'eau qui coulent à la surface des champs, générant de l'érosion en nappe : ils finissent pas se rencontrer, se concentrer par le relief du paysage favorisant cette concentration (fossés, routes, sillons de labour ...). Des traces d'érosion plus marquées peuvent alors apparaître, en rigoles ou en ravines, en fonction de

leur taille. En ce XXI^e siècle, alors que certains avancent que nous sommes entrés dans l'Anthropocène, on ne peut plus se limiter à l'érosion des sols aux seuls agents météoriques : l'Homme est devenu un agent érosif hors pair (des bulldozers à l'œuvre lors de la construction d'une autoroute pour voir la quantité de terre que l'Homme peut déplacer en une journée... Dans les zones agricoles, le passage des nombreuses machines génère donc logiquement de l'érosion également, que l'on qualifie d'érosion aratoire.

- <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/geologie-erosion-sols-dispersion-sediments-fukushima-1548/page/2/>

- baisses de productivité touchant près de 40 % des surfaces (France + reste de l'Europe : depuis 15 ans, stagnation voire régression des rendements) causes : évolution climatique + faible niveau et recul des investissements dans le secteur agricole

3/ le nécessaire partage du sol

Non seulement l'agriculture doit faire face à la dégradation des sols mais elle entre en concurrence avec d'autres utilisations: le cultures non alimentaires (coton ou agrocarburants), urbanisation accompagnée d'un développement de l'habitat individuel et l'industrialisation qui risquent de réduire les superficies cultivables disponibles à l'échelle mondiale de 8 à 20 % d'ici à 2050.

Les implantations de populations se font essentiellement aux dépens des terres agricoles puisque, historiquement, elles ont lieu dans les zones les plus productives. Ainsi, au fur et à mesure de la croissance des agglomérations urbaines et rurales, les terres agricoles adjacentes se contractent pour faire place à des infrastructures urbaines comme les routes et le logement.

Des gouvernements qui dépendent surtout d'importations pour se nourrir craignant pour leur autosuffisance alimentaire (l'Arabie saoudite, la Chine, la Corée du Sud, les Emirats Arabes Unis, l'Inde ou le Japon...) et des investisseurs internationaux achètent des terres cultivables partout où elles sont à vendre. Et la nécessité nourrit la spéculation. Ainsi, une nation comme l'Éthiopie, qui recourt à l'aide internationale pour nourrir sa population, n'hésite pas à brader ses terres.

4/ la perte de biodiversité

<https://www.youtube.com/watch?v=pcrrA-Am6oQ>

Claude & Lydia Bourguignon ; vie et mort des sols

a/ la diminution du nombre d'espèces sauvages

L'augmentation continue des surfaces agricoles au détriment des prairies, forêts ou haies, la pollution, le changement climatique et le développement des infrastructures entraînent la disparition accélérée d'écosystèmes naturels et une réduction drastique de la biodiversité. L'intensification de l'agriculture réduit la diversité des cultures, détruit les herbages et les haies (disparition de l'habitat) et requiert une utilisation excessive de pesticides (les oisillons se nourrissent d'insectes) et d'engrais. Ce sont les principales causes de la disparition de près de 50 % des espèces d'oiseaux champêtres depuis 30 ans.

b/ l'uniformisation des variétés cultivées et des races élevées

c/ l'épuisement des ressources marines

pêches maritimes : 130 millions de tonnes de poissons par an et fruits de mer, dont 70 consommées directement par l'homme, 30 millions rejetées en mer et 30 millions transformées en farine de poisson : c'est susceptible de baisser ou tout au plus de se stabiliser dans le futur, et pourrait avoir déjà atteint sa valeur maximale.

Le nombre de ressources " en déclin ", probablement soumises à une pression de pêche excessive, a augmenté depuis le début de la période étudiée et s'est probablement stabilisée durant les dernières décennies. Les ressources " en reprise " semblent avoir augmenté par suite d'une amélioration de la gestion notamment. Le fait que > 2/3 tiers ressources = " matures ", " en déclin " ou " en reprise " souligne la nécessité d'un contrôle immédiat de l'effort et de la capacité de pêche.

Les pêches de poisson en mer sont en diminution depuis les années 90. Cela est dû à 2 causes principales :

- des pratiques de pêche dévastatrices et non viables à long terme comme le chalutage de fond qui capture simultanément plusieurs espèces de dimensions et de morphologie différentes et détériore les habitats ainsi que les organismes posés sur le fond
- la plupart des prises étant réalisées près des côtes (sur le plateau continental), la pollution causée par des apports excessifs de phosphore et d'azote provenant des égouts et du ruissellement des terres cultivées entraîne une réduction de la ressource

La diminution de la ressource halieutique a été en partie masquée par l'extension progressive des activités de pêche en haute mer. Dans des zones de plus en plus profondes (parfois > 400 m), on capture de nouvelles espèces, jusque là inexploitées (flétan, empereur, hoki, sébaste, lingue).

La diminution de la pêche de capture marine est contrebalancée en partie par l'aquiculture* . Si quelques poissons d'élevage, comme la carpe ou le tilapia, sont herbivores ou omnivores, la plupart, comme le saumon, la truite, la daurade, le bar ou les crevettes, sont carnivores.

Les poissons carnivores d'élevage sont nourris de granulés contenant principalement de la farine de poisson, riche en protéines, et de l'huile de poisson ; on y ajoute également des protéines végétales et des céréales.

L'élevage de saumons, de crevettes et de truites absorbe à lui seul près de 60 % de toute la farine de poisson destinée à l'aquiculture, alors qu'il représente moins de 10 % de la production aquicole totale

La disponibilité d'espèces sauvages de poisson marin pour la production de farine de poisson étant limitée, le développement de l'aquiculture est remis en cause (FAO, 2008).

5/ une ressource en eau limitée

Selon PNUE (2009) : prélèvements d'eau pour la production alimentaire + 22 à 32 % d'ici à 2025 et x 2 quasiment en 2050 pour assurer la sécurité alimentaire de l'humanité. Cependant l'OCDE (2010), en se fondant sur des arguments économiques, estime : " Il se pourrait que l'agriculture ait besoin (dans l'avenir) de - en - d'eau, en valeur absolue comme en % du volume utilisé à l'échelle mondiale, moyennant des améliorations du rendement hydraulique ".

PNUE : Programme des Nations unies pour l'environnement (organisme de l'ONU).

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques qui regroupe 36 pays développés à économie de marché.

eau douce liquide : 2,5% du volume de la planète

principales sources d'eau utilisable par l'homme : lacs, rivières, humidité du sol et nappes ou aquifères peu profonds. (200 000 km³ = < 1% de l'eau douce et seulement 0,01% de de l'eau terrestre).

Une grande partie de l'eau disponible est éloignée des populations humaines, ce qui complique encore le problème de l'utilisation de l'eau.

L'irrigation est souvent utilisée en complément des précipitations afin d'augmenter les rendements et d'accroître la durée de la saison agricole, ainsi, 40 % de la production vivrière mondiale doit son existence à l'irrigation. L'agriculture absorbe ainsi près de 70 % de la consommation d'eau dans le monde (45 % dans les pays de l'OCDE). (industrie : 22 %, ménages : 8 %).

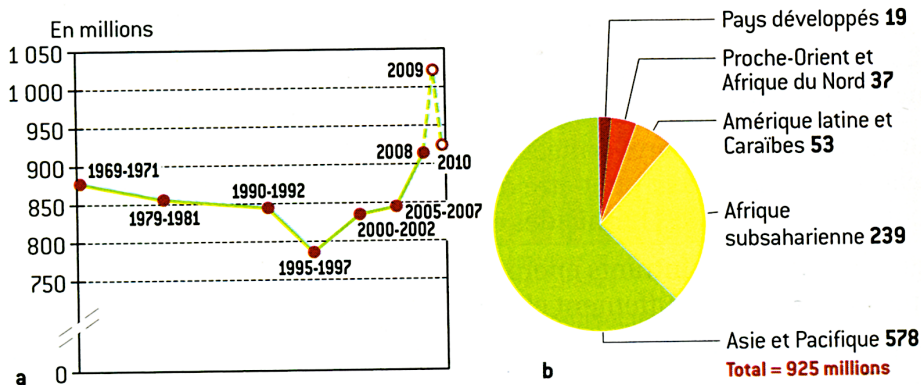
Actuellement : beaucoup de systèmes d'irrigation peu efficaces car entraînent pertes importantes (fuites) sur le réseau de distribution ou par évaporation => souvent dégradation des sols (saturation, salinisation, alcalinisation)

Cette technique utilise des tuyaux enterrés : l'eau imbibe lentement le sol et maintient le substrat humide autour des racines. Ce procédé permet notamment de réduire les pertes dues à l'évaporation. En Inde, en Israël, en Jordanie, en Espagne et en Californie, cette méthode a permis de diminuer la quantité d'eau utilisée de 30 à 70 %, tout en augmentant le rendement des cultures de 20 à 90 %. Dans la quasi-totalité des situations, les eaux issues des stations d'épuration sont rejetées dans le milieu naturel. Leur utilisation, pour l'arrosage agricole notamment, représente une importante économie tout en permettant une réalimentation des nappes d'eau souterraines. Cette technique est déjà employée dans certains pays où elle représente un apport important 25% en Israël, plus de 10% en Australie, en Tunisie ou en Jordanie. En France, elle est utilisée en milieu insulaire (Porquerolles, Ars-en-Ré, Noirmoutier).

Le maïs est une céréale tropicale, très gourmande en eau. En France, le maïs doit être arrosé pendant sa période de floraison, en plein été. 1/2 de l'eau utilisée en France l'est pour l'irrigation du maïs. Et cette production ne cesse d'augmenter car le maïs ainsi produit est principalement utilisé pour nourrir le bétail. Le blé demande aussi beaucoup d'eau, mais principalement lors de la levée, du thalage et dans la quinzaine qui précède l'épiaison qui se déroulent à des périodes où les précipitations sont plus abondantes. Il est donc mieux adapté à nos climats. Une solution peut être l'irrigation goutte à goutte, qui économise considérablement les pertes d'une irrigation par pulvérisation.

Comment produire de façon durable en réduisant par exemple l'impact des intrants ?

B/ Quelle agriculture pour demain ?



constat : malnutrition, sous-nutrition

La croissance de la population humaine va dépasser la capacité en eau potable + énergie fossile => choix alimentaires individuels = à répercussions environnementales donc l'avenir de la Terre est lié à la conscience globale des limites de la planète.

1/ renforcer l'efficacité énergétique

offre alimentaire = f (production + efficacité énergétique alimentaire, capacité de réduire au maximum la perte de l'énergie contenue dans les aliments à travers tout le processus d'utilisation (récolte, transformation, transport, consommation effective et recyclage).

Constats :

fin années 1990 : agriculteurs produisent en moyenne 4 600 kcal.pers-1.jr-1 . Après déduction des pertes, des conversions et de gaspillage à différents stades de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, 2 800 kcal sont disponibles pour l'offre (aliments animaux et végétaux confondus) et, au bout de la chaîne, 2 000 kcal ont disponibles pour la consommation (soit 43 % seulement des récoltes comestibles potentielles).

1/3 des aliments produits par an dans le monde pour la consommation humaine : 1,3 milliard de tonnes, est perdu ou gaspillé (consommateurs pays riches gaspillent presque autant de nourriture que l'entière production alimentaire de l'Afrique subsaharienne). Aux Etats-Unis, les déchets organiques occupent la 2ème place parmi les catégories de déchets des décharges, celles-ci étant la principale source d'émissions de CH4, GES.

20% du tonnage pêché est rejeté à la mer car les poissons sont trop petits ou non valorisés commercialement, leur mortalité avoisine 80% (proportion la plus élevée de pertes d'aliments récoltés ou produits à partir de sources naturelles) : cette quantité suffirait à assurer + 50 % de la production aquicole pour maintenir la consommation de poisson par personne aux niveaux actuels jusqu'en 2050. Bon nombre des espèces concernées peuvent cependant être utilisées directement pour la consommation humaine.

2/ les alternatives à l'agriculture conventionnelle intensive (AP# 3)

⇒ voir les Moissons du Futur

⇒ voir fiche « les 4 grands types d'agriculture » dont les 3 alternatives : raisonnée, intégrée et biologique

a/ la rotation des cultures

plantes = à exigences différentes quant aux éléments nécessaires à leur croissance, leur métabolisme : donc nécessité de pratiquer des rotations variées des cultures = ne pas cultiver la même variété au même endroit d'année en année. En effet : si on cultive tous les ans la même plante sur le même sol :

-1/ celui-ci s'épuisera surtout en éléments fertilisants : on gardera un jardin équilibré en faisant se succéder sur la parcelle des plantes ayant des besoins nutritifs différents

-2/ cela favorise le développement des parasites et de mauvaises herbes spécifiques de cette culture

Si on fait une rotation :

-3/ cela permet d'exploiter les différentes couches du sol en alternant sur la même parcelle des plantes à racines superficielles et des plantes à enracinement plus profond.

-4/ Privilégier donc les associations végétales en cultivant 2 espèces dont les racines ne se développent pas à la même profondeur et dont la vitesse de croissance n'est pas la même (ex. radis/tomates ou laitues/carottes)

b/ les associations bénéfiques : agroforesterie

système agricole d'association arbres et cultures

constat : au cours de l'histoire, arbres des champs enlevés pour rentabiliser la mécanisation et au départ favoriser le travail de la charrue or l'arbre a plein de fonctions pour aider la culture

pas de baisse de rendement avec ou sans arbres constatées entre agroforesterie et non agroforesterie

L'agroforesterie :

| | |
|---|--|
| 1 | fournit une litière de feuilles (aérienne) et de racines (souterraine) => enrichissement du sol en matière organique de surface pour les décomposeurs =< assure le maintien d leur survie et de leurs rôles |
| 2 | a un effet micro-climatique : elle protège la culture du soleil, du vent, fait tampon pour les températures => microclimat plus agréable |
| 3 | l'évapotranspiration foliaire humidifie l'air et diminue le besoin de transpiration de la culture => protection contre demandes fortes en transpiration si temps très chaud => meilleure résistance aux changements climatiques |
| 4 | - l'arbre capte 2 fois plus de carbone qu'un arbre de forêt => réduction des coûts => augmentation des revenus des exploitants |
| 5 | pour 100 ha, autant de bois et blé qu'avec 140 ha en séparant les 2 => gain spatial lié à cette association à bénéfique réciproque => gain économique : l'arbre est le revenu à long terme, la culture a court terme |
| 6 | maintien d'une biodiversité qui rend les ravageurs moins virulents, régulés |
| 7 | embellit les paysages |

40% des terres arables (cultivables) en Europe pourraient être converties en agroforesterie pour embellir les paysages et restaurer la fertilité des sols , lutter contre les changements climatiques et favoriser une conversion vers une agriculture durable

à retenir : principe de base : un système moderne est fragile car trop simplifié : il faut imiter la nature qui ne s'est pas faite en un jour mais en des millions d'années et qui est bien plus complexe et subtile.

c/ les engrais verts

fonction : nourrir le sol qui nourrira les plantes, vivifier le sol et améliorer sa structure

2 niveaux d'action :

- par leur partie aérienne qui sera fauchée, broyée et préfanée avant d'être mélangée à la couche superficielle du sol. Ces tiges et feuilles jeunes sont rapidement décomposées et nourrissent peu le sol
- et surtout par leurs racines et toute la microflore qui les entoure et qui leur permet de nourrir la plante (rhizosphère). Les racines fractionnent le sol, y améliorent la circulation de l'eau et de l'air et, par suite, stimulent la vie microbienne et animale (vers de terre, nématodes*) qui s'y développe abondamment

autres fonctions : enrichir le sol en matière organique et en humus, étouffer les "mauvaises herbes", couvrir le sol (lutte contre l'érosion, contre les pertes par lessivage), accueillir des insectes auxiliaires.

Plus un mélange d'engrais vert est varié, meilleur il est. L'un des meilleurs est gratuit : il suffit de laisser germer et pousser les adventices (dites "mauvaises herbes"). Puis de les faucher et broyer en début de floraison, avant qu'elles n'aient produit des graines. En général, les espèces qui poussent naturellement sur un sol participent à remédier à des déséquilibres de la vie de ce sol : sol tassé, asphyxié, carencé en certains éléments, etc..

Au jardin, il bon de toujours penser biodiversité : c'est pourquoi, il est bon de choisir pour engrais verts au potager des espèces n'appartenant pas aux familles de plantes potagères : par exemple des graminées (avoine, seigle), linacées (lin), hydrophyllacées (phacélie), etc..

Dans un sol vivant, il y a beaucoup plus de nématodes utiles (à la décomposition de la matière organique fraîche) que de nématodes ravageurs des plantes

http://www.itab.asso.fr/downloads/Fiches-techniques_maraichage/ENGRAIS%20VERTS.pdf

d/ l'agriculture de précision

exemple : l'évaluation des besoins en azote par satellites pour choisir la bonne dose et éviter l'eutrophisation par exemple

e/ les bandes enherbées

= toute surface en herbe susceptible d'intercepter des écoulements de surface : <http://www.youtube.com/watch?v=0XZW7oPOMu4>

- a/ ralentit la vitesse de l'eau
- b/ rétention des molécules chimiques
- c/ entretient la biodiversité

f/ la lutte biologique (on utilise la nature et les espèces vivantes pour tuer un ravageur)

définition : (par la National Academy of Sciences des Etats Unis- : utilisation d'organismes naturels ou modifiés, de gènes, de produits génétiques pour réduire les effets d'organismes indésirables, nuisibles aux cultures en favorisant les désirables (arbres, animaux, insectes et microorganismes bénéfiques).

Dans tous les écosystèmes, il existe des **organismes** appelés « **auxiliaires** », ennemis naturels des « ravageurs ». Il y a les prédateurs tels que la coccinelle et la chrysope qui dévorent ou vident leurs proies. On peut citer également les acariens phytoséiides *Phytoseiulus persimilis* contre d'autres acariens tétranyques, les nématodes entomopathogènes contre certains insectes...

Il y a ceux qui utilisent le ravageur pour se développer et cela conduit à la mort de l'hôte. Ce sont des parasitoïdes : petits vers microscopiques phytophages des hyménoptères et diptères ou autres petites guêpes et mouches).

Il existe aussi des virus, bactéries, champignons très infectieux qui provoquent des épidémies anéantissant totalement les populations de ravageurs. On les appelle des pathogènes.

La lutte biologique consiste à favoriser les populations de ces auxiliaires par lâchers ou aménagement de milieux favorables à leur développement. Ainsi des bandes fleuries, des couverts herbeux, des haies sont le refuge d'auxiliaires tels que les syrphes et les carabes. Ces aménagements permettent de maintenir sous contrôle les populations de « ravageurs ». >>> [Promouvoir les espaces de biodiversité](#)

Un exemple connu du succès d'un parasitoïde est le trichogramme contre la pyrale du maïs. On peut également citer comme prédateur naturel commercialisé : les coccinelles, punaises et chrysopes contre certains pucerons. De nombreux insectes auxiliaires aident à réguler les nuisibles et pollinisent les fleurs pour avoir des fruits à récolter.

- une forme de lutte biologique : la technique du «push-pull» (« chasser, charmer »):

<http://videos.arte.tv/fr/videos/exclusivite-web-les-moissons-du-futur-kenya--6968962.html>

exemple : Kenya :

mettre :

- du Desmodium entre les rangées de maïs pour repousser la larve de la pyrale, (papillon) qui se nourrit des épis et qui est un remède contre l'herbe des sorcières (Striga) qui tue le maïs (PULL)
- + de l'herbe à éléphant (herbacée graminée du genre Pennisetum, tropicale, Pennisetum purpureum autour du maïs) pour attirer la pyrale hors du champ et la tuer (PUSH)

remarque : le Desmodium a d'autres avantages :

- fournit la culture en azote N donc anti-érosion du sol
- fourrage pour les chèvres ou autres animaux, qui donneront plus de lait

g/ l'arrêt du labour (technique sans labour = TSL = le « no labour ») et le semi-direct sur couvert végétal (+ emploi du BRF)

objectif : relancer l'activité biologique que les monocultures conventionnelles ont fait diminuer, d'où la mort du sol par non-renouvellement et stagnation ou baisse des rendements et l'absolue nécessité de le booster par des engrais chimiques qui coûtent cher et peuvent provoquer, on l'a vu (eutrophisation par les nitrates) des pollutions environnementales

<http://www.fao.org/ag/ca/doc/Y3783f.pdf>

le labour érode le sol, tue la faune et le retourne trop : il ne faut remuer que les premiers mm et non en profondeur déstabiliser la vie et les vers de terre qui l'aèrent => **donc maintenir l'activité biologique en mettant un couvert végétal qu'il dégrade** (voir cours de 6è : lombricompost : recycleur de matière organique morte = décomposeur)

Le semis direct sur couvert végétal propose des solutions aux problèmes écologiques majeurs que nos sociétés affrontent actuellement en permettant :

- la lutte contre l'érosion des sols et de restaurer les sols dégradés et laissés à l'abandon
- de réduire l'agriculture itinérante et de participer ainsi à la lutte contre la déforestation (culture sur brûlis)
- de réduire la consommation d'eau nécessaire à l'agriculture
- de réduire les risques d'inondation
- d'augmenter les rendements car le sol mieux entretenu devient plus productif
- de réduire la consommation en carburant, des intrants (engrais, pesticides) et des investissements (tracteur, charrue ...)

Le Semis Direct propose également une alternative sérieuse à la désertification et à la paupérisation des campagnes. En effet, ces techniques s'adaptent à tous les milieux, procurent des rendements attractifs, réduisent la pénibilité des travaux et permettent de tendre vers une agriculture biologique à grande échelle.

Cependant cette technique demande de la technicité et du matériel adapté. Le couvert végétal permanent a lui aussi un coût en terme de semence. D'où l'intérêt de la production de semences.

<http://www.youtube.com/watch?v=IKQU7zNowrI>

le BRF (Bois Raméal Fragmenté) permet de nourrir les décomposeurs qui fournissent de la matière minérale fertilisante aux cultures et permettent de maintenir le sol, milieu de vie source de vie.

<http://afleurdepierre.com/fr/jardinage-brf.htm>

Utiliser du BRF permet de :

- valoriser les différents déchets végétaux de taille et d'élagage en paillage en appliquant une couche de 5 à 8 cm sur le sol
- limiter l'arrosage et favorisant la rétention de l'eau,
- limiter le désherbage et le travail du sol en ralentissant la levée des adventices (« mauvaises » herbes)
- éviter le tassement du sol et donc limiter le bêchage
- fertiliser et restructurer le sol qui devient riche et équilibré
- abandonner totalement l'apport d'engrais en nourrissant le sol via les micro-organismes favorisés.
- stocker le CO2 dans le sol pendant une longue période et le libérer progressivement pour servir d'énergie aux micro-organismes du sol qui vont eux-mêmes enrichir le sol et nourrir les plantes

Comment consommer différemment ?

3/ faire évoluer les pratiques alimentaire

diaporama Hungry Planet :

<http://menzelphoto.photoshelter.com/gallery/Hungry-Planet-Family-Food-Portraits/G0000zmgWvU6SiKM/C0000k7JgEHhEq0w>

Constat : La consommation de viande est passée de 27 kg.pers-1.an-1 en 1974 à 41,8 kg en 2011 (+10 kg en 25 ans !) et devrait atteindre 52 kg en 2050 !

<http://www.planetoscope.com/elevage-viande/1235-consommation-de-viande-dans-le-monde.html>
<http://www.planetoscope.com/agriculture-alimentation/579-consommation-de-viande-par-habitant-dans-le-monde.html>

Conséquences :

- a/ augmentation de la demande de céréales pour nourrir le bétail, d'eau pour cultiver ces céréales ainsi de la quantité des déchets et rejets alimentaires (excréments, méthane des ruminants = GES)

Dans un pays à faible revenu, la priorité est de couvrir ses besoins alimentaires, ce qui est plus facile avec des aliments végétaux. Lorsque le besoin alimentaire minimum est assuré => diversification alimentaire qui fait une large place aux aliments d'origine végétale.

production mondiale de céréales (blé, riz, maïs...) = environ 50 % de l'apport calorique chez l'homme

- b/ un changement de régime alimentaire reposant sur plus de viande nécessite une augmentation du nombre de terres cultivables pour l'élevage et la nourriture des animaux : toute variation de la production de céréales autres que la consommation humaine aura donc un effet immédiat sur la ration calorique d'une vaste partie de la population mondiale.

Même s'il demeure évidemment des variations entre les régions, on observe une **homogénéisation progressive des goûts alimentaires sur le plan mondial**. En Asie, par exemple, le riz, aliment de base traditionnel, est de plus en plus concurrencé par le blé (pain, gâteaux...), les fruits et légumes, le lait et les produits laitiers.

Solutions :

- **végétarisme ou le végétalisme : végétarisme = régime alimentaire sans chair animale / végétalisme : sans aucune substance d'origine animale, uniquement végétale :**

http://www.notre-planete.info/actualites/actu_2202_surconsommation_viande.php

<http://www.veganisme.fr/Un%20Monde%20Vegan/Vegetariendenature.html>

<http://www.veganisme.fr/Un%20Monde%20Vegan/Sante.html>

<http://www.veganisme.fr/Un%20Monde%20Vegan/Proteines.html>

<http://www.arte.tv/guide/fr/044205-000/les-nouveaux-vegetariens>

<http://future.arte.tv/fr/sujet/la-viande-vitro>

- **manger local et de saison : diminution des émissions de GES**

la consommation croissante de produits hors saison (fraises en hiver ou fruits tropicaux), l'importation de produits d'élevage (crevettes d'Asie, agneaux de Nouvelle-Zélande) supposent des trajets en avion ou en bateau qui augmentent largement le bilan carbone => nos choix de consommation conditionnent en partie les productions

- **biocarburant** : plutôt non : voir 2nde : coûteux + compétition faire du carburant / nourrir des bouches !

4/ des substituts alimentaires pour les animaux

L'augmentation de la demande de produits céréaliers, pour l'alimentation humaine et animale, risque d'atteindre des niveaux difficilement supportables dans les futures décennies : 45 % des céréales produites dans le monde sont actuellement destinées à l'alimentation animale. Il semble difficile d'augmenter sensiblement cette proportion. Il semble probablement plus facile de changer l'alimentation animale que de modifier les choix et les habitudes alimentaires

- **1e piste** : trouver de nouvelles sources d'aliments parmi ceux qui ne sont pas encore pleinement exploités : la cellulose, le varech, les algues et d'autres organismes marins sous-utilisés comme le krill. Cependant, les possibilités qu'elles offrent demeurent incertaines en raison des obstacles technologiques à franchir pour les rendre utilisables. De plus on peut s'inquiéter des conséquences de leur exploitation sur les écosystèmes.

- **2e piste** : améliorer l'efficacité énergétique et les méthodes de conservation tout au long de la chaîne d'approvisionnement en utilisant les déchets et pertes post-récolte : les déchets émanant de la chaîne alimentaire humaine pourraient être utilisés comme substituts aux céréales utilisées comme nourriture pour animaux. La quantité de céréales ainsi rendue disponible grâce à ces alternatives pourrait nourrir l'ensemble des 3 milliards de personnes supplémentaires attendues d'ici 2050 sur la planète sans avoir à élever le niveau de production actuel

- **3e piste** : revenir aux céréales enrichies en oméga 3 dont nous manquons ainsi que nos animaux d'élevage : granulés au lin (filière oméga 3 : association Bleu Blanc Coeur ...)

5/ et les changements climatiques ?

L'élevage génère des GES :

- **9% du CO2 rejeté dans l'atmosphère** (déforestation pour l'extension des pâturages et des terres arables pour la culture fourragère, carburant, chauffage des bâtiments d'élevage...)

- **37% du méthane CH4** (fermentation intestinale et digestion des ruminants + fermentation des déjections animales)

65% de l'oxyde d'azote N2O (épandage d'engrais azotés)

PRG : Pouvoir de Réchauffement Global d'un GAZ (référence = 1 = le CO2)

| gaz | durée de vie atmosphérique | PRG |
|-----|----------------------------|-----|
| CO2 | 100 | 1 |
| CH4 | 12 | 25 |
| N2O | 114 | 300 |

Sitographie

- CIRAD (recherche agronomique appliquée aux régions chaudes) <http://agroecologie.cirad.fr>
- INRA www.inra.fr
- FAO disponible www.fao.org
- OILB (Organisation internationale de lutte biologique et intégrée) www.iobc-wprs.org
- Ministère de l'agriculture terres2020.agriculture.gouv.fr
- eduterre.inrp.fr (INRP)
- films : Les Moissons du Futur : <http://www.arte.tv/fr/le-documentaire/6988498.html>
Le business du commerce équitable : <http://www.arte.tv/guide/fr/047127-000/le-business-du-commerce-equitable>