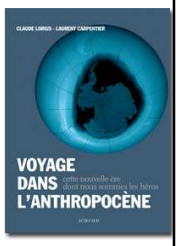
Emmanuel Lierdeman, ingénieur agronome et écologue, chargé d'enseignement à hepia

I. Introduction

Changement Climatique

Le philosophe grec Théophraste (IVème siècle avant J.C.), dans son ouvrage *Des vents*, écrit que sur les monts crétois, on pouvait déjà voir ***« des ruines d'anciennes cités, sites abandonnés, autrefois terrains habités ou cultivés, dépeuplés depuis longtemps pour des raisons climatiques ».***



Déstockage massif de C :

200 à 300 M d'années de stock de C brûlés en 200 à 300 ans (facteur 1 M !)

=> concept d'**anthropocène**, (P. Crutzen en 2000, N.G. Roegen, J. Grinevald)

Autres causes : déforestation, minéralisation des sols, minéralisation des tourbières, dégel du permafrost suite au réchauffement => ***cercle vicieux, spirale infernale de désertification***.

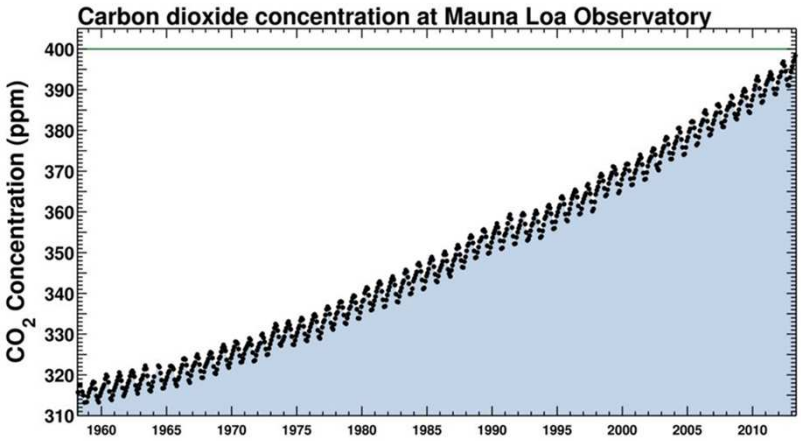
Modélisation du changement climatique

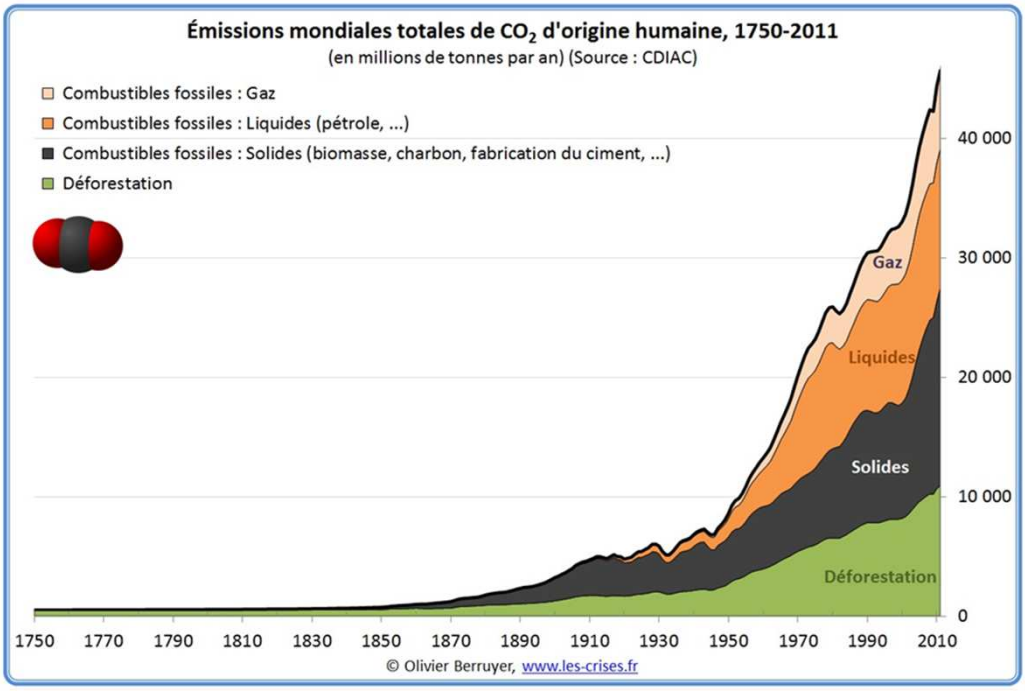
Le réchauffement climatique a été évoqué dès le milieu du XIXème siècle, puis modélisé par **Arrhenius** (1859-1927, chimiste suédois, prix Nobel en 1903) **en 1896**, qui y voyait une bonne nouvelle !

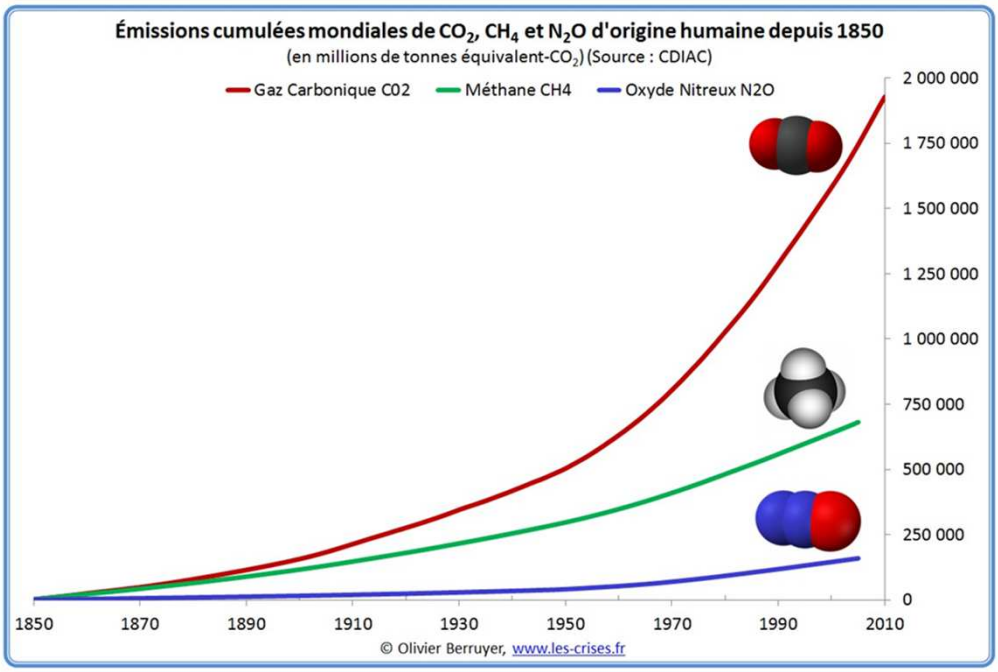
Augmentation du taux de C02 depuis 50 ans

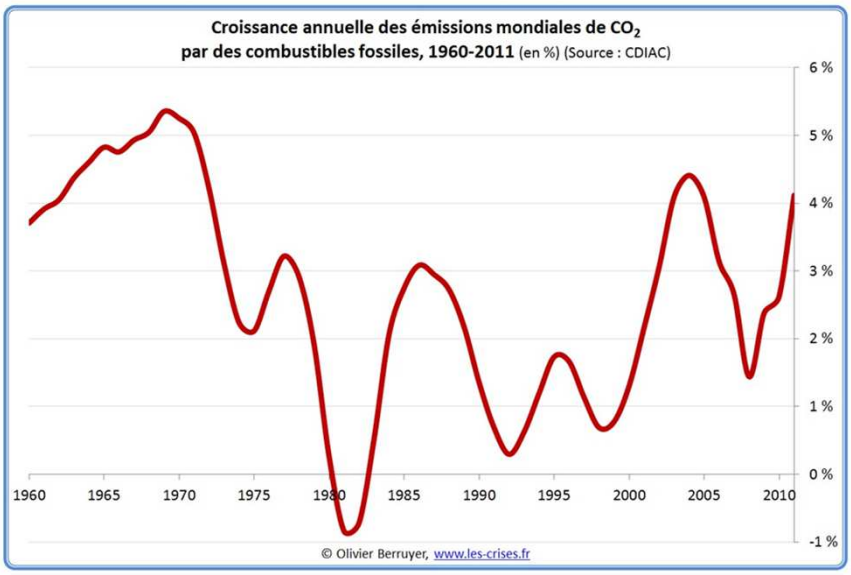
- **270 ppm en 1850** à 370 ppm en 2000, 395.93 ppm en oct. 2014,
- **400 prévus pour 2015** (moyenne planétaire ; source : *Mauna Loa Observatory: NOAA-ESRL).*

Cf. http://co2now.org/

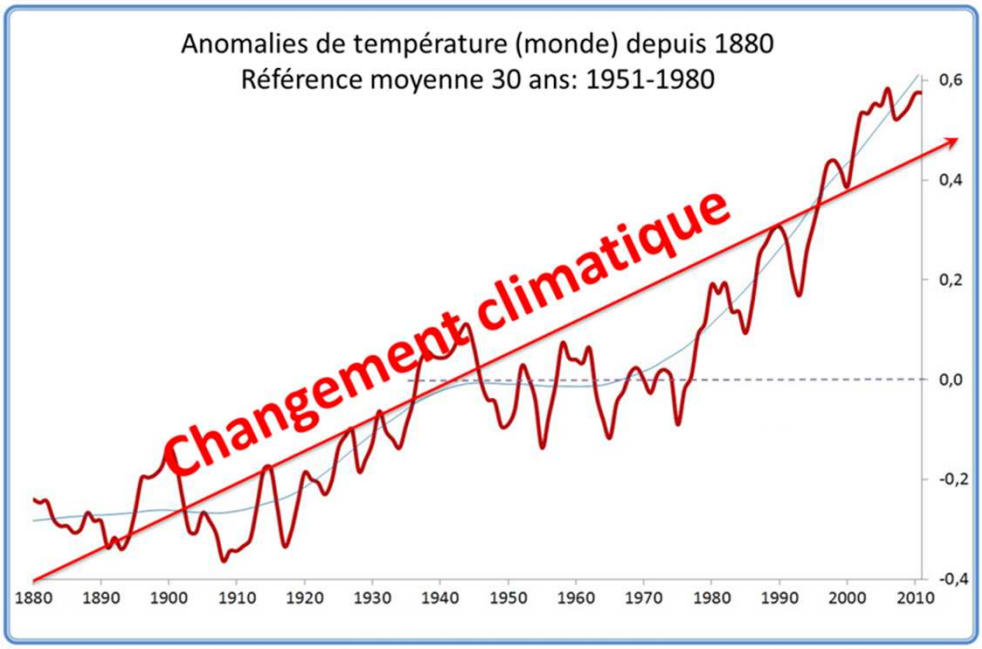


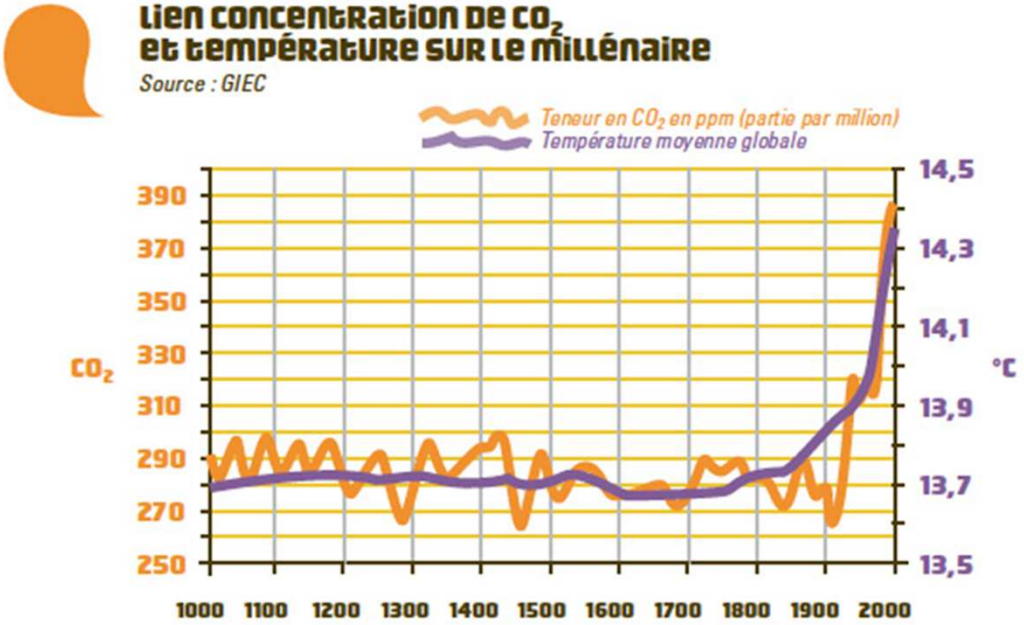






N.B. le taux d'augmentation d'émissions de CO_2 entre 2010 et 2014, donc après ce graphique, a battu tous les records.

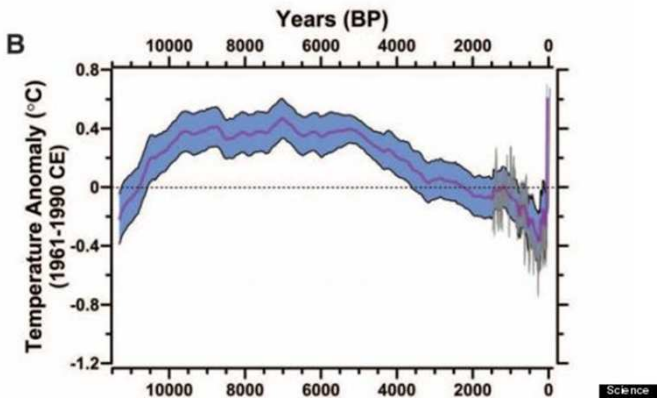

Anomalies de température (monde) depuis 1880
Référence moyenne 30 ans: 1951-1980
Changement climatique
0,6
0,4
0,2
0,0
-0,2
-0,4
1880
1890
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010


Lien concentration de CO_2 et température sur le millénaire
Source : GIEC
Teneur en CO_2 en ppm (partie par million)
Température moyenne globale
CO_2
390
370
350
330
310
290
270
250
°C
14,5
14,3
14,1
13,9
13,7
13,5
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000

Une hausse des températures inégalée depuis 11.300 ans, et surtout plus brutale.

Une étude récente (Science*) montre que même, en se basant sur les scénarios les plus optimistes, il fera **au moins aussi chaud que pendant la période la plus chaude de l'ère géologique moderne, l'Holocène**.

N.B : *surtout, lorsqu'on compare la hausse actuelle des températures avec la hausse qui a eu lieu* ***il y a 10000 ans****, le réchauffement actuel se distingue par son* ***caractère brutal et rapide****.*

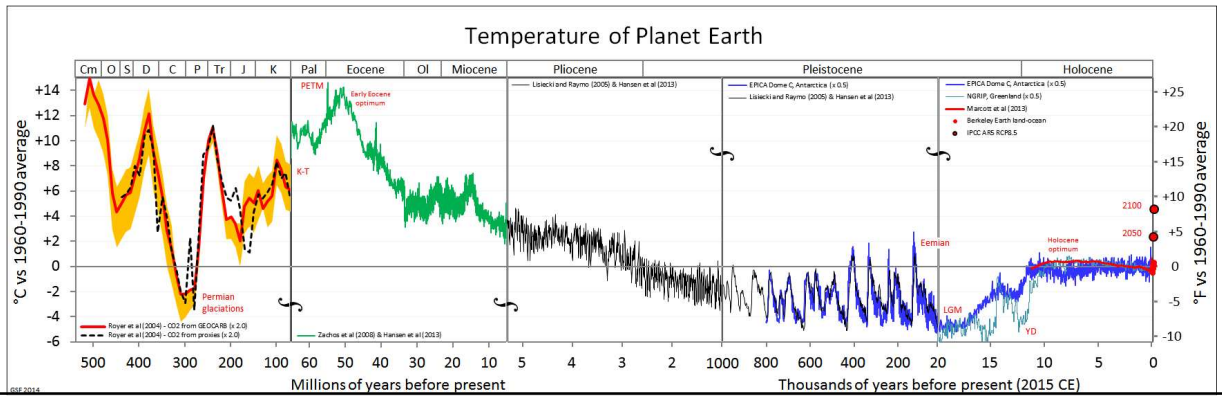


* article : **A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years**
Shaun A. Marcott, Jeremy D. Shakun, Peter U. Clark and Alan C. Mix.
Science 8 March 2013:
Vol. 339 no. 6124 pp. 1198-1201
DOI: 10.1126/science.1228026

Variation des [CO_2] et des températures depuis 500 M d'années

(suite de l'article cité Dia précédente, Marcot et al, 2013) : Graphique ci-dessous tiré de Wikipedia)

On atteindrait ainsi dès 2015 **un niveau de concentration probablement jamais atteint depuis environ 3 Millions d'années** pour ce qui est de la **[CO_2]** (Pliocène : 2, 6 à 5,3 M d'années BP), concentration dont les effets se traduiront entre 2050 et 2100 par des **températures moyennes similaires à celles du l'holocène (-11.300 ans BP à BP),** soit **+2,5° à +5°** (pour rester prudent !).



Le changement climatique en 10 points

- Importance de la ↗ de CO2 et T : [CO_2] passé de 270 ppm en 1850 à 400 ppm en 2015
- **T en ↗ de « seulement » +0,74°C depuis 1900, avec déjà des conséquences incontestables,**

  dernières prévisions du GIEC : Scénario tendanciel : **+ 2,4 < + 4 < + 6,4 en 2100**
- **Vitesse** du Chgmt climatique => **possibilités d'adaptation du vivant ?**
- **Inertie des processus**
- **↗ de T inégalement répartie**, **+ ↗ ou ↘ des Précipitations moyennes**,
- **↗ de la fréquence et de l'intensité des phénomènes climatiques extrêmes**.
- Risques de phénomènes encore plus exceptionnels, comme l'inversion du Gulf Stream, qui rebattraient complètement les cartes, y compris géopolitiques !
- **Inégalités N-S des conséquences**, surtout au détriment du «Sud»*
- **Vulnérabilité des sociétés industrielles**, très « High Tech » et **peu résilientes** *(ex : réserves alimentaires des grandes agglomérations !)*

Augmentation des températures moyennes et conséquences

L'augmentation de 0,74°C de la température moyenne du globe depuis 1900 affecte la biodiversité et les sociétés humaines. Elle pose la question de la capacité d'adaptation des écosystèmes à ce changement rapide et brutal du climat.

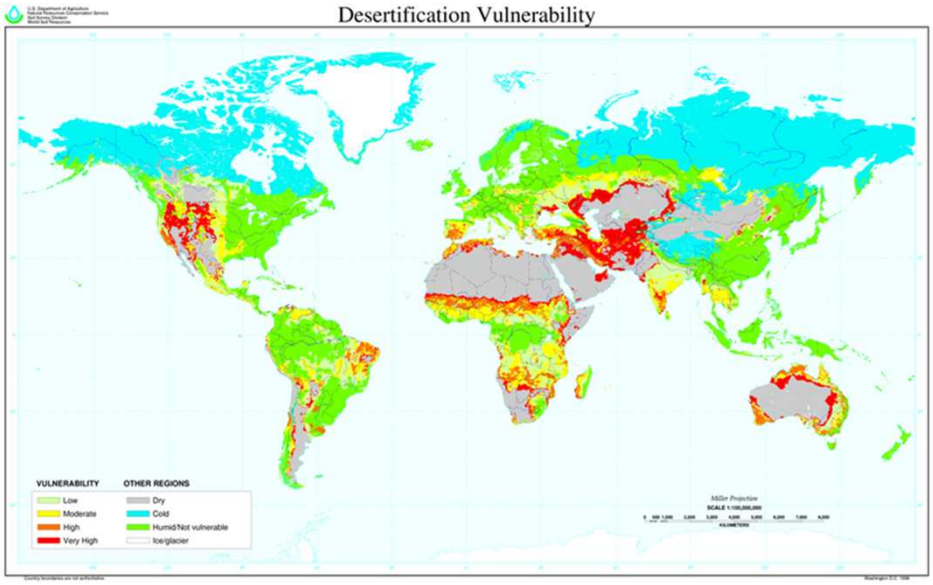
Le climat est le principal **facteur de répartition** des espèces ; sa modification pousse les espèces animales et végétales à se déplacer pour se nourrir et se reproduire. **Certaines envahissent de nouvelles régions,** alors que d'autres disparaissent.

Divers changements intervenus au XXe siècle dépassent la variabilité naturelle du système climatique.

Ce réchauffement, de « seulement » 0,74°C depuis 1900, a par exemple comme impacts :

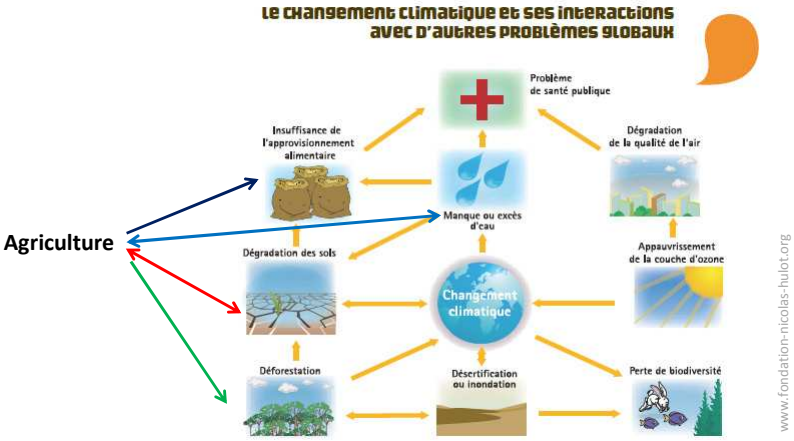
- Augmentation de l'acidité des océans de 30% depuis le début du XIXe siècle
- L'élévation du niveau de la mer de 17 cm en moyenne, (à raison de 3 mm/an depuis 1992) ;
- L'augmentation de 5 à 10% des précipitations continentales dans l'hémisphère Nord et la diminution des pluies dans les zones subtropicales (10° Nord à 30° Nord) déjà naturellement sèches ;
- La régression de 40% de l'épaisseur et de 30% de la superficie de glace en Arctique depuis 1950.
- Baisse du nombre d'oiseaux migrateurs avec l'augmentation des températures d'hiver en Europe.
- En Europe, les mésanges viennent à manquer de nourriture ; les chenilles d'un papillon de nuit (phalène brumeuse), dont elles sont friandes, éclosent plus tôt, car les printemps sont plus doux. Mais les feuilles de chêne qu'affectionnent ces insectes n'ont pas encore poussé. Les chenilles meurent de faim et les mésanges s'épuisent à chercher de la nourriture ;
- Progression en latitude Nord et aussi en altitude (Alpes, Pyrénées, Massif central) du front d'expansion de la chenille processionnaire, insecte d'origine méditerranéenne.
- Précocité de la floraison des arbres fruitiers de 7 à 11 jours suivant les variétés depuis les années 80.
- La vigne voit sa limite de culture remonter vers le nord ; d'ores et déjà, on produit du vin aux Pays-Bas et on pourrait produire du champagne au sud de l'Angleterre ; Anticipation des vendanges qui, en Champagne, ont lieu **en moyenne deux semaines plus tôt qu'il y a vingt ans.**

Augmentation des températures moyennes et conséquences : inégalité «nord-sud» !



II. Agriculture et climat

L'agriculture en lien avec d'autres problèmes globaux du C. C. Gobal



Effets du Chgmt Climatique Global sur l'agriculture

- **Les répercussions climatiques vont entraîner des modifications forcées (ou anticipées ?) des pratiques agricoles, des itinéraires techniques, des productions, … :**
  - ✓ évolutions des dates de récolte,
  - ✓ pressions accrues de ravageurs ou bioagresseurs
  - ✓ manque d'eau => irrigation ou adaptation ? (*ex. du maïs*)
  - ✓ montée de la vigne vers le nord ; steppes à la place ?
- Les conséquences seront particulièrement graves dans **les régions à forte augmentation de T et baisse des Précipitations**, **déjà très touchées aujourd'hui** !
- Dans une économie mondialisée, **les conséquences sur les prix des produits alimentaires sont mondialisées, mais**…

Et les agricultureS dans tout ça ?

L' « Agriculture », et notamment l'élevage, sont svt considérés comme l'une des causes du pb,

+ rarement comme l'une des victimes potentielles.

Assez juste pour « nos agricultures industrielles», quoique à nuancer….

En outre, c'est aussi **une des réponses potentielles possibles !**

Rappel :

photosynthèse des végétaux « verts » grâce à l'énergie solaire :

$$CO_2 + H_2O \Leftrightarrow CHOH + O_2$$

minéral ⇔ organique

- Pratiques ou systèmes de production agricoles aggravants,

d'autres « **atténuants** « ou «**favorables au climat**»

+ agriculture indissociable des systèmes alimentaires.

+ industries, finance, …

Mais l'agriculture industrielle, induite par la révolution industrielle, repose aussi sur l'extraction massive d'énergie fossile et la pétrochimie, donc l'émission de GES !

Repères chronologies (résumé euro-centré)

- **12.500 BP** : naissance de l'agriculture eurasienne en Mésopotamie
- XVI à XVIIIème : 1ère Révolution Agricole : légumineuses dans l'assolement
- XVIII à XIXème : moteur à explosion (1752), Révolution Industrielle, …
- **Guerres de 1914-18 et 1939-45**: dvlpt de la chimie appliquée aux explosifs et gaz de combat, (BASF notamment)
- Reconversion de l'économie de guerre
  - ***Ammoniac et dérivés => ammonitrates***
  - ***Gaz de combat => pesticides***
  - ***…***
- **1950 – 1980** : dvlpt exponentiel d'une agriculture productiviste fondée sur un modèle industriel => agriculture industrielle
- **À partir des années 1980**, les limites du modèle s'imposent…

Industrialisation de l'agriculture, productivisme et fragilisation des agrosystèmes (suite)

Le cas des céréales, et notamment du blé :

- Sélection variétale + engrais N augmente la production mais également celle des **adventices** => ***herbicides***,
- augmente aussi les attaques **d'insectes** (pucerons notamment) => ***insecticides***
- et des **champignons** => ***fongicides***
- *+ **verse** => «**raccourcisseurs de tige**» hormonaux (et/ou sélection)*

Ce qui est extraordinaire avec la techno-science,
c'est qu'elle a toujours une solution aux problèmes qu'elle génère.
Et en plus cela fait tourner l'industrie et donc l'économie !

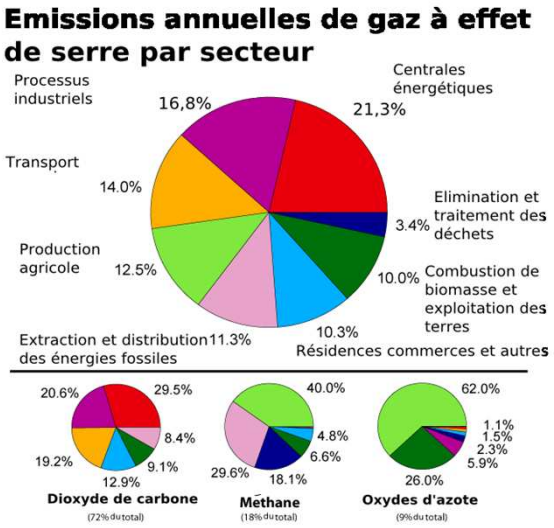
Agriculture et GES

émissions pondérées par le potentiel de réchauffement global de chaque gaz (avec 72 % de CO_2, 18 % de CH_4, 9 % de NO_x et 1 % d'autres gaz).

Agriculture:

11% < 14% < 18%

Sans l'énergie grise !
(=> industries et transport)



Agriculture et GES

❖ Processus biogéochimiques complexes.

❖ 2 principaux GES : **méthane (CH_4) protoxyde d'azote (N_20).**

➢ **Le méthane (CH_4,** 21 à 26 x CO_2 **)** provient essentiellement

- ✓ digestion des ruminants,
- ✓ décomposition des déchets organiques
- ✓ rizières.

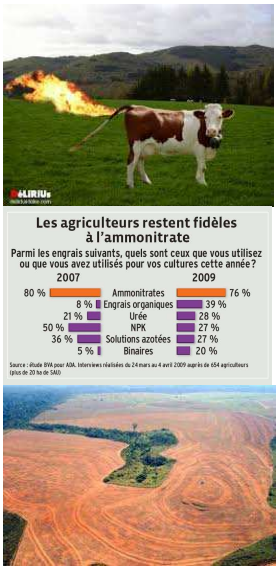
➢ **Le protoxyde d'azote (N_20,** 300 x CO_2 **)** provient de

- ✓ utilisation des engrais (N) dans l'agriculture
- ✓ des déchets agricoles.

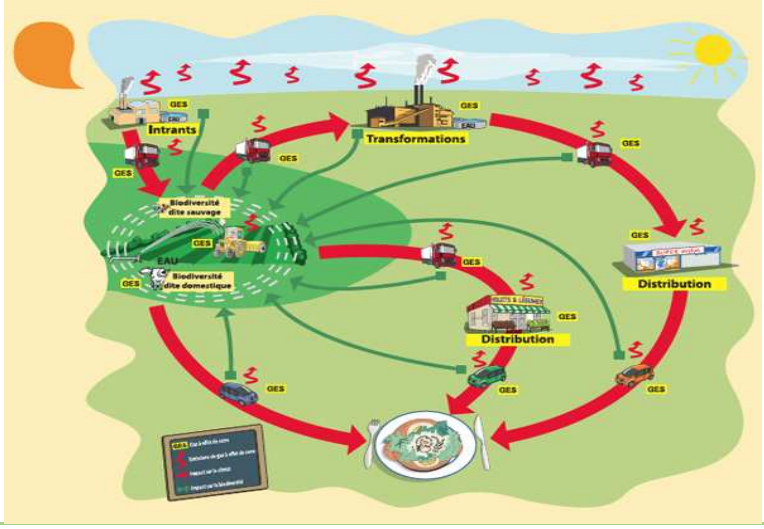
❖ **La déforestation dans les pays tropicaux est responsable d'environ 18%** des émissions mondiales de GES

(+ 14% pour l'agriculture = 1/3 des émissions totales de GES)

N.B. au Brésil, on certifie du soja «non OGM» (sic) et « non coupable de déforestation » mais …



Responsabilités des systèmes alimentaires dans les émissions de CO2



Systèmes alimentaires

Monde : ¼ des céréales servent à nourrir des ruminants

Europe : 60 % ; **USA : 80 % !** (*Feedlots*)

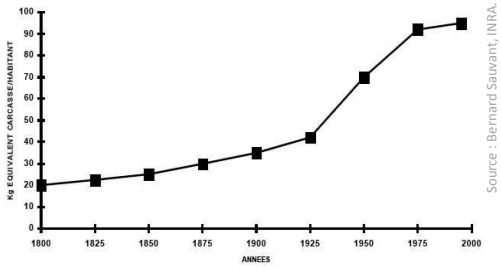
+ importations (Soja en Suisse : x 10 depuis 1990 !)

// Fruits et légumes : 2% de la SAU en France

Régime alimentaire **VIANDE + LAIT (-ages)**

=> agriculture intensive.

La quantité de viande/H/an a triplé en un siècle, (de 30 à 100 kg /H/an environ), **mais a commencé à baisser** légèrement dans tous les pays occidentaux.



Source : Bernard Sauvant, INRA.

Consommation de viande par Français et par an, de 1800 à 2000.
L'explosion de la consommation de viande date de l'après-guerre, au moment de la diffusion des engrais et pesticides de synthèse, montrant d'une autre manière que consommation importante de viande et agriculture intensive sont couplées.

Systèmes alimentaires

Emissions de gaz à effet de serre / itinéraire d'un steak haché.

Source : fondation-nicolas-hulot

Conclusion : **manger bio c'est bien, mais pour le climat il faudrait AUSSI (d'abord ?)**

- **manger moins de viande,**
- **ne pas l'acheter en Grande Surface**
- **savoir comment elle a été produite**

=> idéalement, élevée à l'herbe, en Bio, et vendue en circuit court ou VD

Viande/lait : ~~Maïs + Soja~~ => Herbe + fabacées indigènes

La SAU est souvent inadaptée aux cultures (60% de la surf. agr. en Suisse)

=> valorisation des **prairies naturelles et pâturages** par produits de qualité

=> biodiversité, paysages, patrimoine culturel et identité…

En +, **le bilan de la conversion «Prairies naturelles => Culture» est catastrophique**.

*(**0,8 à 1,8 t.CO2/ha/an !** Coût colossal pour le climat !) Initiative TEBB, in revue HOTSPOT n°30, 2014.*

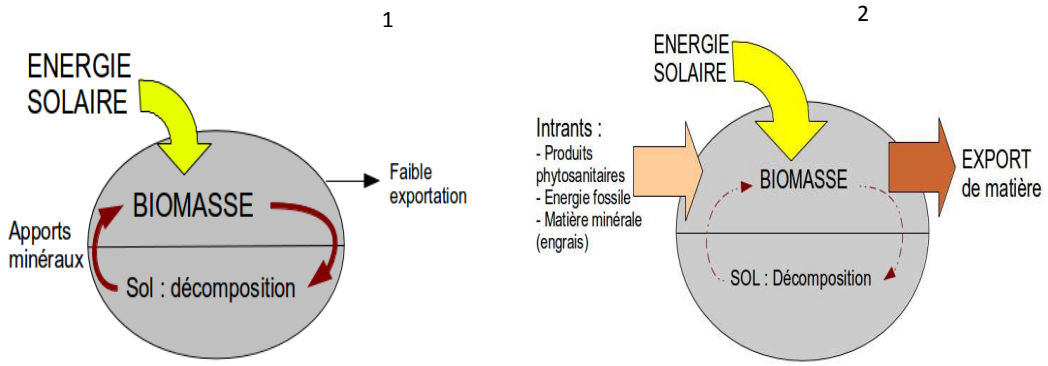
⇒ ↗ **Systèmes herbagers**

cf. «Le lait des prés», *Baumgartner,* in revue *Environnement n°4/2014* (OFEV, et pas OFAG!)

+

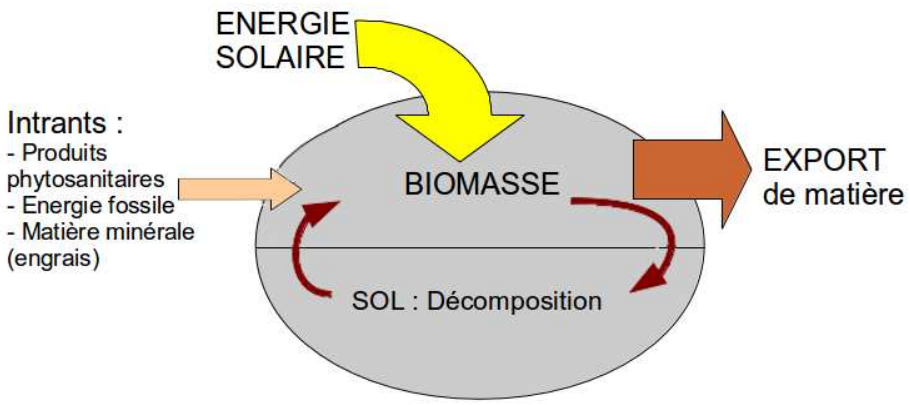
⇒ ↘ **Céréales et ↗ production de Protéines Végétales (= légumineuses= fabacées)**
(luzerne, trèfles, sainfoin, etc., …)

Appliquée à un écosystème *versus* un agrosystème, cela donne ça :

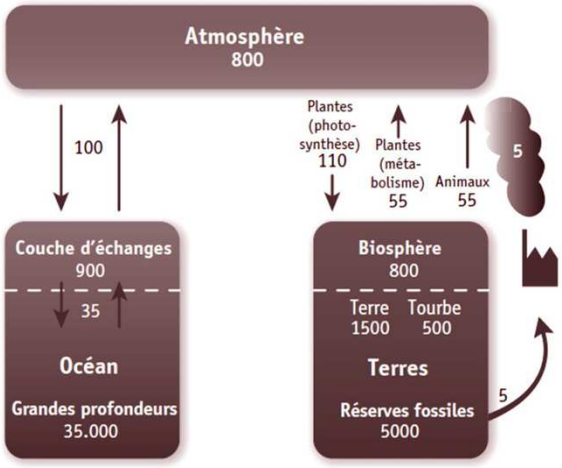


Comparaison de deux écosystèmes : «Naturel» (1) *versus* «Agricole» (2).

Diminuer (régler) les problèmes à la source : baisser (si possible supprimer) les intrants



… pour tendre vers le cycle fermé (flux équilibrés) de la biosphère :



Flux équilibrés de Carbone
(cycle biogéochimique fermé),
entre Atmosphère, Biosphère,
Sol, Ss-sol et Océans,
en Gigatonnes/an (10^{12} t/an),
sans perturbation par l'activité humaine
=> ère de l'anthropocène, débutée vers 1750.

Cycle de C

- ✓ Diminution des **consommations d'énergie directes et indirectes**
- ✓ Préservation et restauration des **sols**: **MO => humus => CAH** *(ex: compost, TCS et SCF)*
- ✓ Complémentarité des **productions Végétales / Animales** (fermeture des cycles)
- ✓ Préservation des **prairies naturelles permanentes** => élevage à l'herbe + litière paille
- ✓ **Agroforesterie** au sens large : haies, arbres !
- ✓ **Méthanisation ?** Oui, mais pas à échelle industrielle, et sans subvention publique !
- ✓ **Refus des agro-carburants issus de cultures**

Cycle de N

- ✓ **Suppression des engrais azotés (ammonitrates)** => animaux !
- ✓ **favorisation des légumineuses**, en conso H et fourrage A, en rotation ou culture associée
- ✓ **élevage à l'herbe + litière paille** => fumier => compost !

Nécessité d'une approche systémique, de la parcelle à la planète.

Approche systémique (holistique) :

par opposition à une approche analytique (réductionniste), elle part du postulat que le TOUT est supérieur à la somme des parties, qu'il est doté de **propriétés émergentes.**

- **L'approche systémique s'impose particulièrement quand il s'agit d'appréhender un (ECO)(AGRO)SYSTÈME => AGROECOLOGIE !**

- Elle privilégie l'étude des relations entre les composantes du système
(y.c. les composantes socio-économiques, dont l'alimentation),
à l'analyse fine de chacune de ces composantes.

- Elle refuse les solutions simplistes (ex.: OGM) qui ne répondent pas
de façon satisfaisante à l'ensemble des données du problème.

L'agroécologie réellement systémique

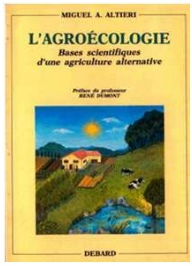
Selon **Miguel Altieri** (ou **H.R Herren !)** , **l'agroécologie** va bien au-delà de l'écologie scientifique appliquée à l'agriculture pour être réellement **systémique, y.c. d'un pt de vue social, économique et politique**.

Définitions de M.A. Altieri (1995) :

- « *L'agroécologie est la science de la gestion des ressources naturelles **au bénéfice des plus démunis** confrontés à un environnement défavorable. (…)*

*Elle conduit à la conception, à la création et à l'adaptation **sous la forme participative** de systèmes de culture complexes productifs, et par suite attractifs, malgré un milieu défavorable et malgré un recours très faible aux intrants… »*

- «***l'agroécologie est une approche écosystémique du développement** agricole qui s'inspire des techniques traditionnelles des paysans pour en tirer des connaissances scientifiques modernes.»*



Relais institutionnel majeur :

Olivier de Schutter, rapporteur des N.U. pour le droit à l'alimentation jusqu'en mai 2014. Suivant ?

Attention au «-» d'agro-écologie tel qu'imprimé dans l'annonce de cette soirée. Le diable se cache aussi dans les détails !

Pour s'en convaincre, voir l'extrait suivant, repris au «-» près, du directeur scientifique «environnement» de l'INRA, J.-F. Soussana,
et sa traduction dans le projet AGRO -ECOLOGIQUE du Ministère de l'Agriculture en France, parfaitement compatible, avec OGM, drones, cultures et élevages hors-sol, …

L'agro-écologie sans les sciences humaines

«L'agro-écologie est d'abord une science»

(…)

*«**Nous revendiquons le droit de parler d'agro-écologie** (avec un tiret), **une science** au croisement de l'écologie, des sciences de la biodiversité et des sciences agronomiques.»*

(…)

***Je suis chercheur**: je n'ai pas à prescrire tel ou telle forme d'alimentation.*

(…)

*L'agriculture fait l'objet d'une **concurrence internationale sur les OGM**. **Ne privons pas la recherche agronomique** publique des outils de compréhension.*

dixit **Jean-François Soussana, Dir. Scientifique «Environnement» à l'INRA.**

… jusqu'à son institutionnalisation en France :

Projet agro-écologique pour la France -22/02/2013

Cf. Rapport Guillou (mai 2013) remis au Ministre de l'Agriculture Stéphane Le Foll

=> Plaquette de communication :

- ***«faire de l'agro-écologie une force pour la France** (…)»*

Pourquoi le Ministère s'appliquerait-t-il autant à bien mettre ce trait d'union ?
Ne nous laissons pas piéger par le détournement du sens des mots et soyons vigilants jusqu'au **«-»** !

=> Il n'y a pas Une Solution (technocratique et top-down),
mais DES réponses partielles, diverses et complémentaires,
issues des multiples expériences, dans un mode collaboratif,
appartenant toutes à la grande famille de **l'agroécologie,**
par opposition à **l'agriculture industrielle** :

- Agriculture à bas niveau d'intrants, PI, …
- **Agriculture de Conservation** (TCS et SCV, … + haies et BF, + paysage !) ;
- **Agroforesterie** (au sens large : bocages, pré-vergers, pâturages boisés, …
  => SEA >1, stockage de C, homéostasie, robustesse et résilience, …)
- **Agriculture biologique, certifiée ou non,** (charte IFOAM)
- **Biodynamie**
- **Permaculture, agriculture naturelle, …**

Dans toute la diversité de ces «écoles», « courants », et des terroirs / contextes technico-économiques et socio-culturels / choix individuels…

Points forts en commun :

- ✓ **pas (ou peu) d'intrants** (engrais et pesticides), => **économie de C fossile ET ↘ émission de N_2O**
- ✓ le moins possible de **consommation directe de carburants (C fossile)** / recours d'autant plus important à la main d'œuvre, voire à la traction animale. *(limiter les machines-outils et leur rythme de renouvellement, c'est aussi diminuer la consommation d'énergie grise, donc **C fossile** !)*
- ✓ pas de gaspillage de l'eau,
- ✓ **respect /restauration des sols**, et notamment de la MO et de la vie dans les sols => **stockage de C**
- ✓ **diversité des cultures**, cultures associées (synergies et antagonismes), …
- ✓ **favorisation** des autres **services écosystémiques** : pollinisateurs, auxiliaires de cultures, …
- ✓ **favorisation** des **biodiversités domestique et sauvage en général**.

Quelques subtilités :

- la production de SOJA en TCS au Brésil, même en OGM Round Up Ready, est assez peu DIRECTEMENT émettrice de GES, car TCS, effets d'échelle, … MAIS…
- Inversement, certains systèmes « bio et de proximité » peuvent présenter des bilans énergétiques médiocres…

mais il faut TOUT REGARDER GLOBALEMENT ; de façon holistique et non réductionniste.

Concernant les systèmes alimentaires :

- ✓ favorisation des **produits de proximité =>** local, régional, …
- ✓ favorisation des **circuits les + courts possibles**: vente directe, ACP, AMAP,
- ✓ favorisation des **produits issus des systèmes agroécologiques** (**Bio and co** !) / => acceptation d'un **prix/U. plus élevé**, **plus juste pour le producteur** (et pas toujours plus cher *in fine* !)
- ✓ **favorisation des produits végétaux** et diminution de la consommation de viande et lait
- ✓ **pour la viande et le lait,** privilégier les animaux élevés en plein air, et pour bovin, ovin, caprin, privilégier des produits issus d'élevage à l'herbe *versus* hors sol.
- ✓ **favorisation des produits « bruts »** et diminution des plats préparés (+ sodas, …)
- ✓ **Court-circuit maximum de la grande distribution**, et notamment de ses produits transformés industriels et sur-emballés,
- ✓ **Favorisation du vrac en sac** / limitation des emballages,
- ✓ **Limitation des gaspillages** (DLC, stocks excessifs, …)

Et les secteurs de l'industrie et du transport ? Si on arrive à faire tout cela…
Et la finance ? Monnaies locales, SEL, troc, … ***Small is beautifull !***

Conclusion

Qu'il s'agisse des modes de production, des systèmes alimentaires ou des secteurs industrialo-financiers associés, un maître mot serait la recherche de **RESILIENCE** via une **approche aussi holistique que possible**.

La diminution progressive de l'emprise de l'industrie et de la finance, pour ne pas dire du capitalisme et de son impératif de croissance du PIB, n'est plus alors nécessairement un objectif en soi, mais un ensemble de **conséquences inéluctables de nos choix agro-alimentaires**.

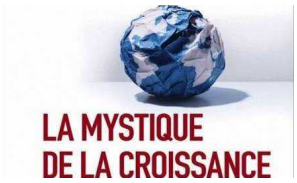
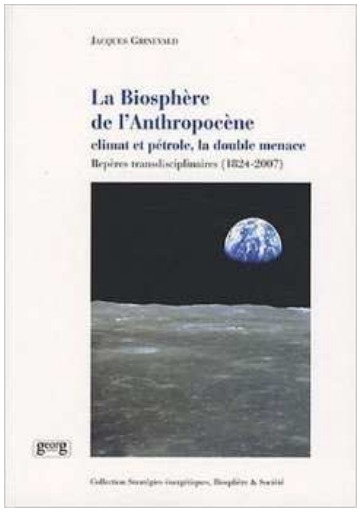
L'agroécologie est éminemment POLITIQUE !

Peut-être une des raisons pour lesquelles elle est si peu enseignée ?

« Le but n'est pas seulement le but, mais le chemin qui y conduit» Lao-Tseu

Merci de votre attention !

Climat et agricultureS
E. Lierdeman

Forum Climat Genève 11.12.2014
ALTERNATIBA Léman

h e p i a
Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève