

Relations entre biodiversité et réchauffement planétaire

I-Introduction

Développement durable et biodiversité, une idée neuve de 40 ans (Stockholm, 1972)
→ Période durant laquelle est né le développement hippie

20 ans après on reparle de biodiversité et de changement globaux : Rio 1992, Kyoto 97, Johannesburg 02, Carthagène 03, Nagoya 10
⇒ Beaucoup de réunions sous les Nations Unies.

Aujourd'hui il y en a tous les ans avec les COP :

- Rio : sommet mondial sur la biodiversité
- Kyoto : carbon emission (suite directe de Rio et Kyoto : Copenhague 2009 et Paris 2015)
- Carthagène : biosafety et C sequestration
- Johannesburg et Paris 2005 : sustainable development
- Nagoya protocol : access to genetic resources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization
→ toujours en cours de signature depuis 2002

Mise en place d'outils pour l'évaluation des risques et organisation de commissions d'experts :

- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), organe relié au protocole de Kyoto 97
- International Panel on Climate Change (IPCC) (RIO 1992)
- Convention on Biological Diversity (CBD) dépendant de l'UNFCCC et de l'IPCC

RIO 1992 : convention cadre UNFCCC, c'est une convention universelle de principe, qui reconnaît l'existence de changements climatiques d'origine humaine et attribue aux pays industrialisés la responsabilité du phénomène et les engage à lutter contre ce phénomène

⇒ Accord sur des mesures pour « le développement durable » - pour rejoindre la nécessité que nous vivions dans un monde viable et en bonne santé transmis aux générations futures.

Le CBD est un pacte entre la vaste majorité des gouvernements établissant une structure conservatrice.

- Développement durable : idée d'un développement des populations humaines sans porter atteinte à la diversité du vivant

- La mission du CBD est de rendre un avis scientifique sous forme de rapports d'expertise destinés à être utilisés comme outils d'aide à la gouvernance sur le thème débattu.
→ Exemples :
 - Issue 1 : espèces invasives
 - Issue 2 : efficacité des outils légaux vis-à-vis des espèces envahisseuses
 - Issue 4 : Valeur des écosystèmes forestiers
 - Issue 10 : Biodiversité et changements climatiques
 - Issue 54 : Interdependance of Biodiversity and global changing

La convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, dite (UNFCCC) est adoptée au cours du sommet de la Terre de Rio (1992), est entrée en vigueur le 21 mars 1994 et a été ratifiée par 196 parties prenantes à la convention.

→ La conférence des parties (COP), composée de tous les États « parties », constitue l'organe suprême de la Convention. Elle se réunit chaque année lors de conférences mondiales où sont prises des décisions pour respecter les objectifs de lutte contre les changements climatiques. Les décisions sont prises à l'unanimité ou par consensus.

- COP21 : 30 novembre au 11 décembre 2015.
⇒ cadre général : Nouvel accord international sur le climat, applicable à tous les pays dans l'objectif de maintenir le réchauffement mondial en deçà de 2°C
- COP22 : mise en application des accords de la COP21
- COP24 : Cracovie 3-14 décembre 2018, cadre général = développement durable pour le monde entier

Le CBD a une implication récente dans la préparation de protocoles d'accords :

- Paris 2015 : protocol on C emission & global warming
 - Carthagène : Protocol on biosafety (OGM)
 - Paris 2008 : développement durable
 - Nagoya Protocol : acces on genetic ressources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization (en cours de signature) (OGM) : ni USA, ni Canada, Russie n'ont ratifié (en 2016)
 - Nagoya : Climate change and biodiversity : prise de décisions
 - Ecosystem-based approaches for adaptation
 - Ecosystem-based approaches for mitigation
- ⇒ Dans le cas du Protocole de Nagoya, beaucoup de signatures manquent encore

II-Biodiversité et relations avec le réchauffement planétaire

A-Qu'est ce que la biodiversité ?

Selon les médias, il n'y a que la biodiversité des espèces.

Mais la biodiversité (selon Wilson) inclut tout les organismes vivants, les écosystèmes desquels ils font parti, la diversité (variabilité génétique) des espèces, la diversité inter-spécifique et la diversité des écosystèmes.

⇒ Il existe donc 3 paramètres de diversité :

- diversité intraspécifique
- diversité inter-spécifique
- diversité des écosystèmes

→ Une de ces composantes isolée ne reflète pas fidèlement la biodiversité

Les espèces qui contiennent un grand nombre d'individus ne sont pas menacées car elles présentent beaucoup de variabilité génétique.

Les espèces ayant peu d'individus sont en général des espèces menacées car elles n'ont pas assez de ressources génétiques pour l'acclimatation aux changements globaux.

La biodiversité est difficile à mesurer car elle présente beaucoup de contraintes (interactions locales, spatiales, temporelles) :

- Variations climatiques
- Disponibilité des ressources
- Perturbations cosmiques, tectoniques, biologiques et humaines
- Stock de biodiversité, dispersion et barrières, hétérogénéité
- Interdépendance biotique (relation au sein de la chaîne trophique, interactions symbiotiques, parasitisme)
- Intensité de recombinaison

⇒ La biodiversité est donc non statique, car les aspects de la dynamique de l'évolution et des processus écologiques induisent des changements.

L'importance de la biodiversité :

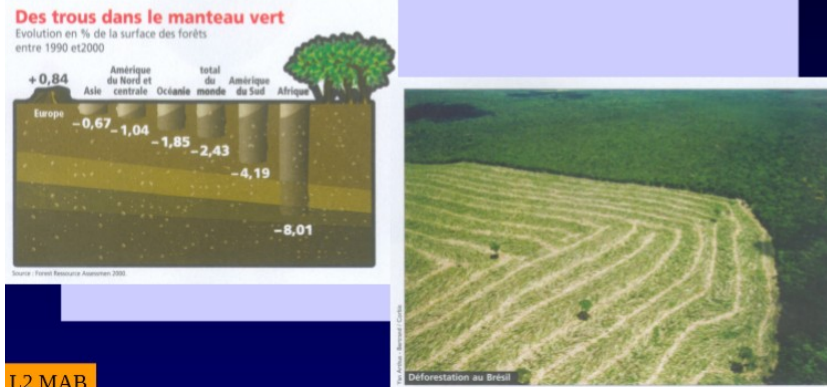
- De la biodiversité dépendent les nutriments disponibles et la nourriture (niveau économique intégré)
- De la biodiversité dépendent les services écologiques/écosystémiques rendus (épuration des eaux par exemple)
 - Cyclages des éléments (puits à C, sources d'O₂), qualité de l'air, de l'eau, des sols, pollinisation, (pour l'instant en discussion pour une évaluation économique) traitement des eaux, de la fertilité des sols
- Aspects esthétique, récréatif et culturel

⇒ Il n'y a actuellement pas de marché qui reconnaisse la contribution importante des écosystèmes océaniques et terrestres absorbant plus de la moitié du carbone émis dans l'atmosphère chaque année et de fait, limitant le réchauffement planétaire (idem pour O₂). Cependant, il existe un marché d'émission de CO₂ (Bourse de Chicago)

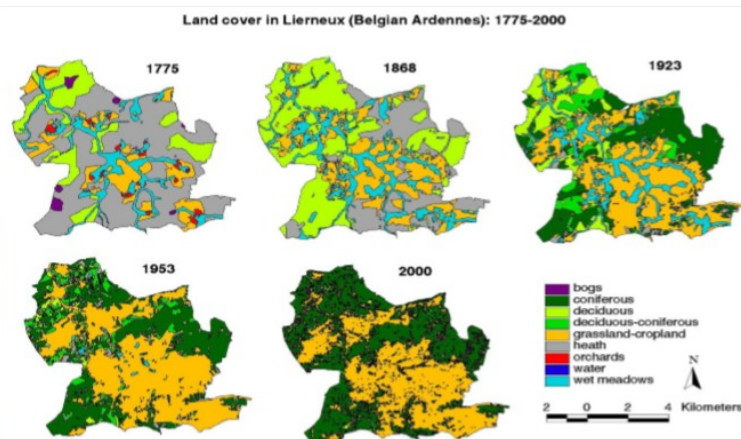
B-Que sont les changements globaux ?

Changement d'affectation des terres : désigne principalement la transposition des milieux forestiers en milieux agricoles (transformation des forêts en agrosystèmes)

Le phénomène de déforestation constitue un facteur majeur de libération de C dans l'atmosphère.



Série temporelle de données hétérogènes, cartes historiques et données fossiles collectées pour la série temporelle 1775-2000 :

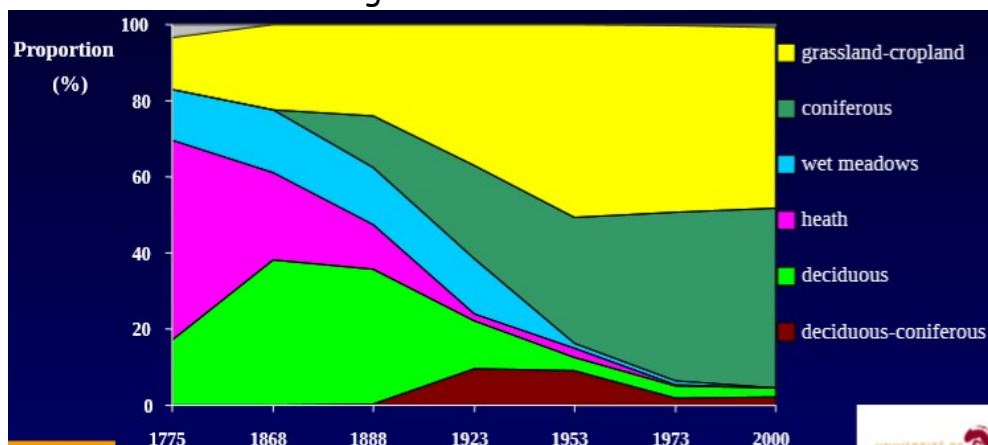


Zone jaune = zone agricole (champs)

Zone verte = conifères

Entre 1775 et 2000 : baisse de la biodiversité (agriculture = biodiversité très basse)

Changements de couverture végétale à Lierneux 1775-2000 :

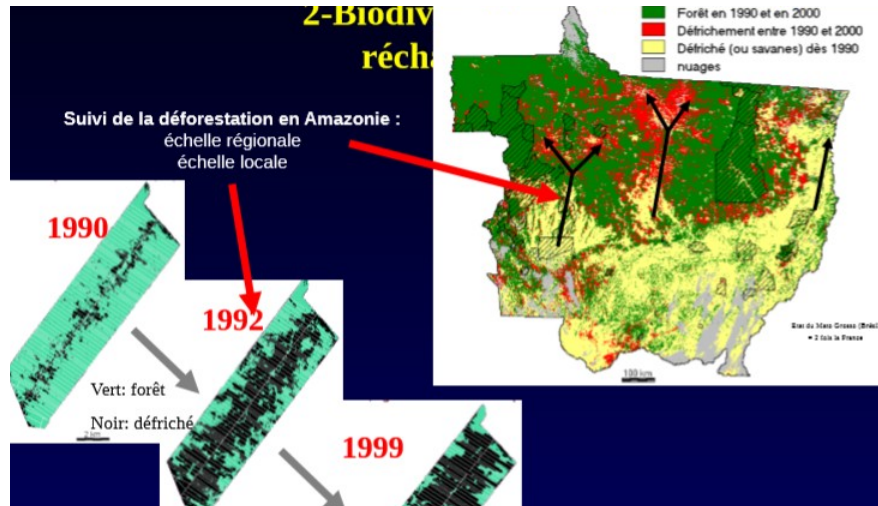


⇒ Plantes apportées (plantées)

Le changement d'affectation est fortement considéré dans les zones en voie de désertification (contraintes fortes liées au surpâturage).

La désertification va augmenter avec la température.

Exemple : Suivi de la désertification en Amazonie



⇒ L'Amazonie reste au cœur de nombreux enjeux socio-économiques, écologiques et politiques.

- Proposition : internationaliser l'Amazonie ?
 - Que la planète achète les zones sensibles pour en faire des sanctuaires.Internationalisation de l'Amazonie ??? Une solution qui a du sens : on garde le stock = on garde la diversité biologique.
- Déforestation amazonienne, pourquoi ?
 - **Outil politique** : conséquence de politiques agricoles Européennes et nord-américaines
 - **Politique de la PAC** ⇒ dépendance au soja importé/questions sous-jacentes
 - UE : la PAC organise la croissance de céréales (blé) pour **peser sur les marchés mondiaux** :
 - ⇒ Organise des **excédents croissants sur les marchés** pour limiter la spéculation et assurer la demande alimentaire
- **Nécessité d'importation en protéine végétale** :
 - UE = premier importateur mondial de soja utilisé essentiellement en production animale, en croissance forte depuis l'interdiction des farines animales.

La déforestation amazonienne est fortement liée à la dépendance au soja (bien que des alternatives existent), à la croissance de la production d'OGM en soja...

Contribution de la quantité de CO_2 émise liée à la déforestation :

- Woodwell et al. → la quantité de CO_2 émise du fait de l'activité de déforestation constituera 80 % des émissions annuelles
- Bornéo fin des années 90, mega-rice project
- Canadell et al. (2007) PNAS : mise en évidence d'une accélération des émissions liée à différents facteurs :
 - Utilisation du Carbone fossile (pétrole, charbon)
 - Changement d'usage des terres
 - Croissance économique de pays émergents ou récemment émergés (Chine en particulier)

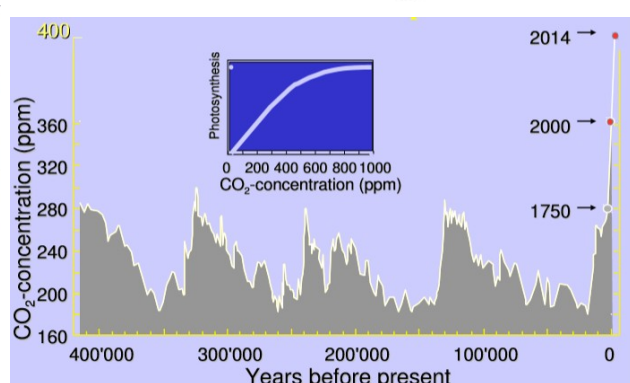
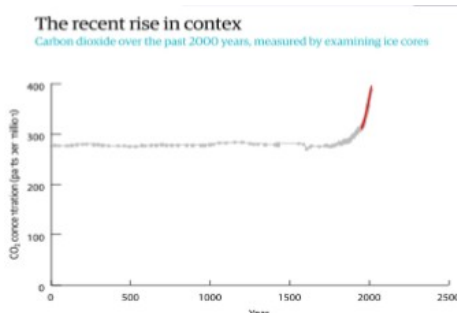
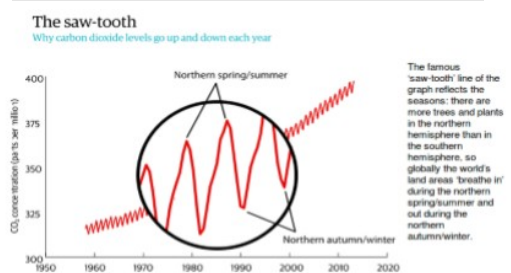
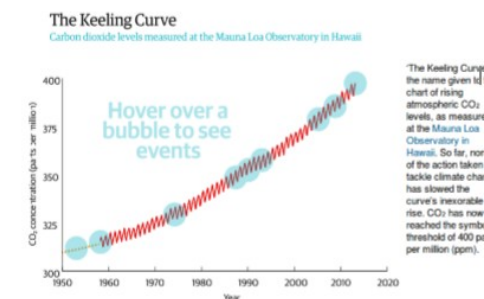
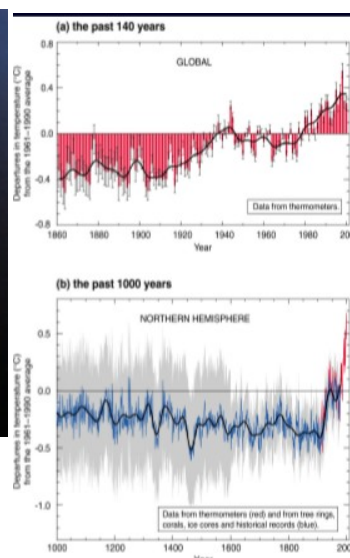
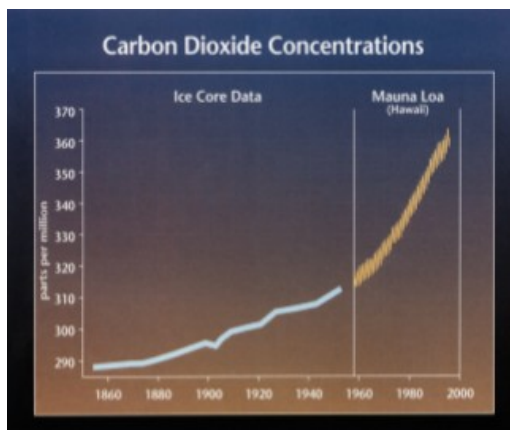
(attention aux analyses statistiques et incertitude)

1-Changement de la composition atmosphérique

Au niveau global, le niveau de CO_2 augmente et la température (si on prend la moyenne de 1860 à 2000) augmente, et se trouve au-dessus de la moyenne.

- Il existe une variation inter-saisonnière des concentrations en CO_2
- On observe une grande stabilité de la concentration en CO_2 sur les 2000 dernières années puis une augmentation depuis 1960.
- D'un point de vue des périodes glaciaires, il y a alternance de périodes glaciaires (pics) et interglaciaires (creux) liée à la l'activité de photosynthèse (variations périodiques de la concentration en CO_2).

Mais anomalie : forte augmentation bien au-dessus des pics périodiques.



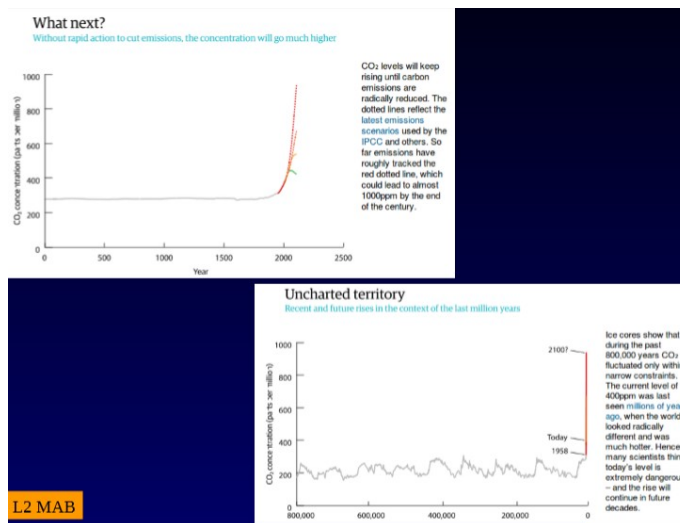
Cycle du carbone :

→ Les écosystèmes terrestres et aquatiques sont les acteurs principaux du cycle du carbone.

- Stocks : 60 Gt (giga tonne) écosystèmes terrestres et 90 Gt écosystèmes aquatiques
- Flux :
 - 6,3 Gt/an « seulement » ce qui est émis par l'Homme
 - 1,6 Gt/an déforestation (5-7 fois plus depuis 10 ans)

Stockage de 3 Gt/an pour l'écosystème terrestre et stockage de 1,7 Gt/an pour les océaniques

⇒ résultat bilan : +3 Gt/an



⇒ une concentration en CO₂ de 400 ppm est atteint en mai 2014, la dernière fois, c'était il y a 3-5 millions d'années (Pleiocène), quand la calotte polaire arctique était absente et les océans étaient 40 m plus haut.

⇒ On remarque une vitesse d'augmentation extrême du CO₂ (à l'échelle géologique)

→ planète en inertie donc réponse par encore présente

⇒ Y a-t-il une Adaptation des organismes, des écosystèmes ?

⇒ Comment le CO₂ va-t-il évoluer ?

→ « scénarios »

→ si on ne fait rien, en 2100 on devrait être à environ 1000ppm

→ l'augmentation de la température est intimement liée à la concentration en CO₂ de l'atmosphère

L'objectif actuel est d'essayer de maintenir une concentration en CO₂ en dessous de 500 ppm (scénario maintient du réchauffement à 2°C).

Conséquences de l'augmentation de la température :

→ Changements de la composition atmosphérique :

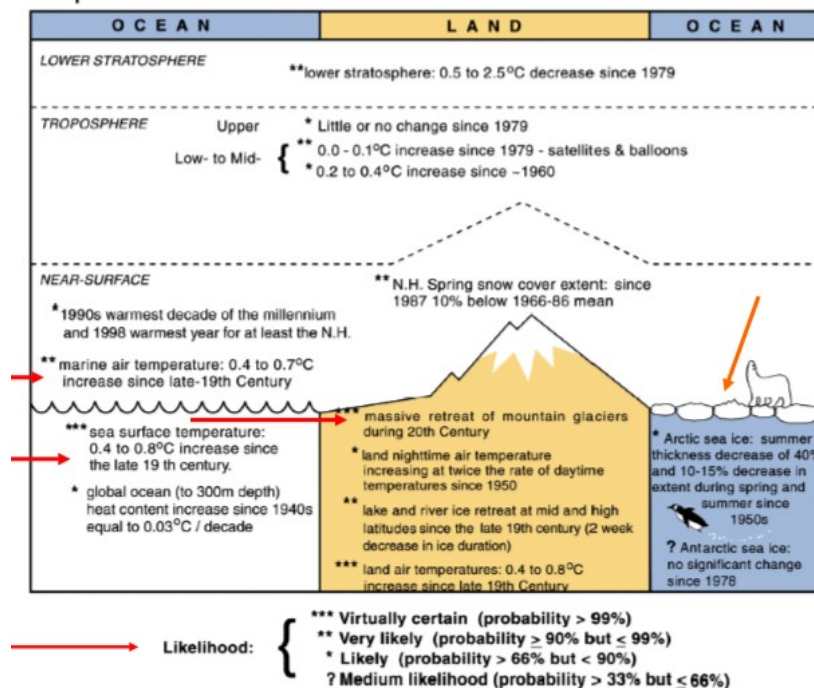
- augmentation de la concentration des gaz à effet de serre
- réchauffement planétaire

⇒ une des conséquences les plus visibles est la fonte des glaciers

→ Exemples :

- Le Kilimandjaro a presque totalement perdu sa couverture neigeuse en 40 ans
⇒ Conséquence : modification profonde de la végétation autour du Kilimandjaro avec sécheresse très anormale dans cette région qui pourtant était très très abondante en eau. Des incendies ont dévasté la région
- Îles Kerguelen → glacier Ampère presque disparu (en une dizaine d'années) → baisse importante de la quantité d'eau de pluie et augmentation thermique significative
- Réduction de 40 % de la surface de calotte polaire arctique depuis septembre 1980
⇒ Conséquences : Participe de façon mineure à la montée des océans et entraîne des modifications des courants marins

Temperature Indicators



L'augmentation de la température a des conséquences qui sont mesurables, et mesurés

Al Gore vs George W Bush

→ élection américaine

→ D. Trump et les climatosceptiques au pouvoir (de plus en plus nombreux)

→ conséquences ?

- Industrie avant tout et surtout ne pas avoir d'entraves à cette industrie

Impacts passés de changements climatiques :

→ Modifications profondes de la diversité avec perte à grande échelle d'espèces.

- Actuellement le niveau d'extinction est largement supérieur au niveau « normal » d'extinction

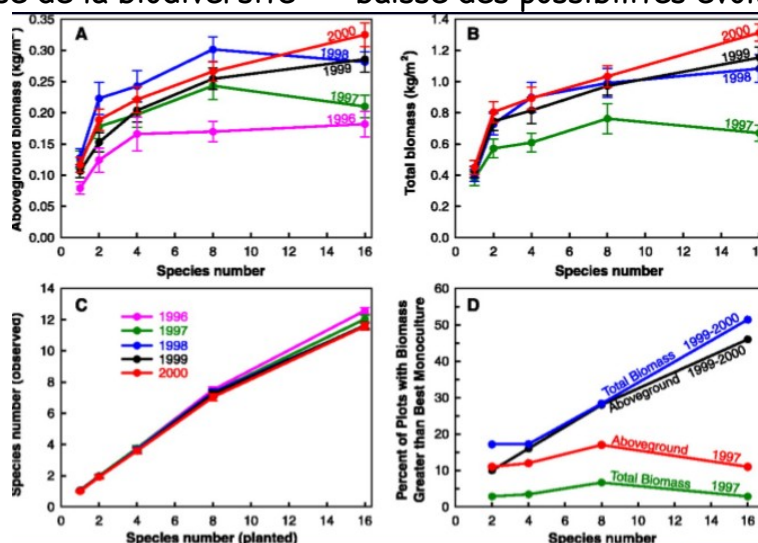
- De l'activité humaine a résulté une **baisse de la diversité et donc un potentiel impact négatif sur les services écologiques rendus par les écosystèmes**
 - Facteurs indirects : démographiques, économiques, socio-politiques, scientifiques et technologiques, culturels et religieux ...
 - Facteurs directs : changements d'usage des terres (augmentation des espaces agricoles), biocides, exploitation, introduction d'espèces, pollution de l'eau et de l'air, changement climatique ...

C-Perte d'une espèce et impact sur le fonctionnement des écosystème ?

Estimation du taux actuel d'extinction et érosion de la biodiversité

⇒ Le taux d'extinction observé de nos jours est de 200 à 600 fois supérieur à la normal...

- La dynamique d'extinction actuelle témoigne marginalement de l'érosion actuelle de la biodiversité
 - Espèces menacées ⇒ population de faible effectif (impossibilité d'échapper à l'extinction)
 - De fait, on estime que 35 % des vertébrés terrestres, plus de 50 % de la diversité aquatique et 15 % des plantes auront disparus dans 30 ans.
→ pourcentages surestimés ?
- ⇒ La conséquence majeure de ce phénomène d'extinction est la réduction des possibilités évolutives.
- Dimension novatrice/nouvelle de l'évolution : création d'espèces dans le nombre limité des possibles (qui diminues de plus en plus).
- Chaque élément de la biodiversité est un acteur dans le fonctionnement de l'écosystème ⇒ acteur : par son passé, son présent et sa projection future.
- Ainsi, baisse de la biodiversité <=> baisse des possibilités évolutives.



Introduction aux théories liant diversité et fonctions :

- Une idée moderne ancienne ... : Charles Darwin (1809-1882)

- ⇒ plus un écosystème est diversifié en nombre d'espèces, plus celui-ci est productif (une hypothèse basée sur l'observation, pas sur une démonstration)
- Un écosystème présentant une grande diversité est plus productif et donc stockera plus de Carbone.

Conséquences d'une modification de la biodiversité

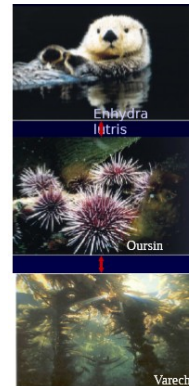
→ exemple : disparition de *Enhydra lutris* (la Loutre de mer)

- disparition des loutres de mer (Pacifique nord)
- explosion des populations d'oursins
- broutage excessif des laminaires (varech/kelt) par les oursins

⇒ extinction d'espèces reliées à la présence de varech

⇒ augmentation de la force des vagues, érosion côtière accentuant les effets de tempêtes

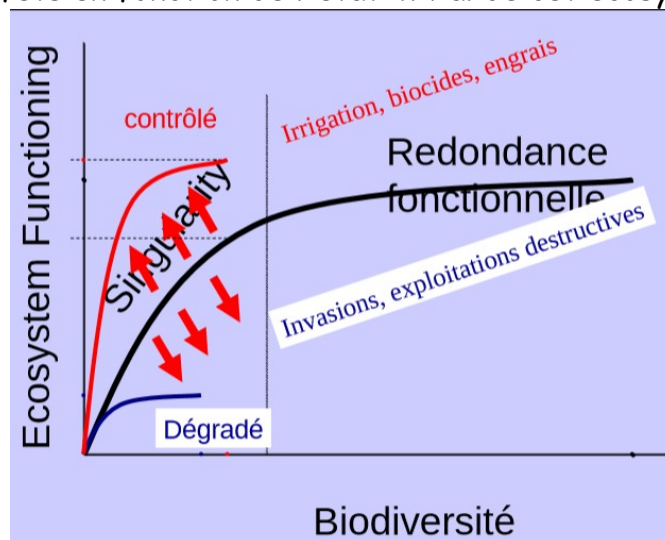
⇒ évolution de défenses chimiques dans le varech

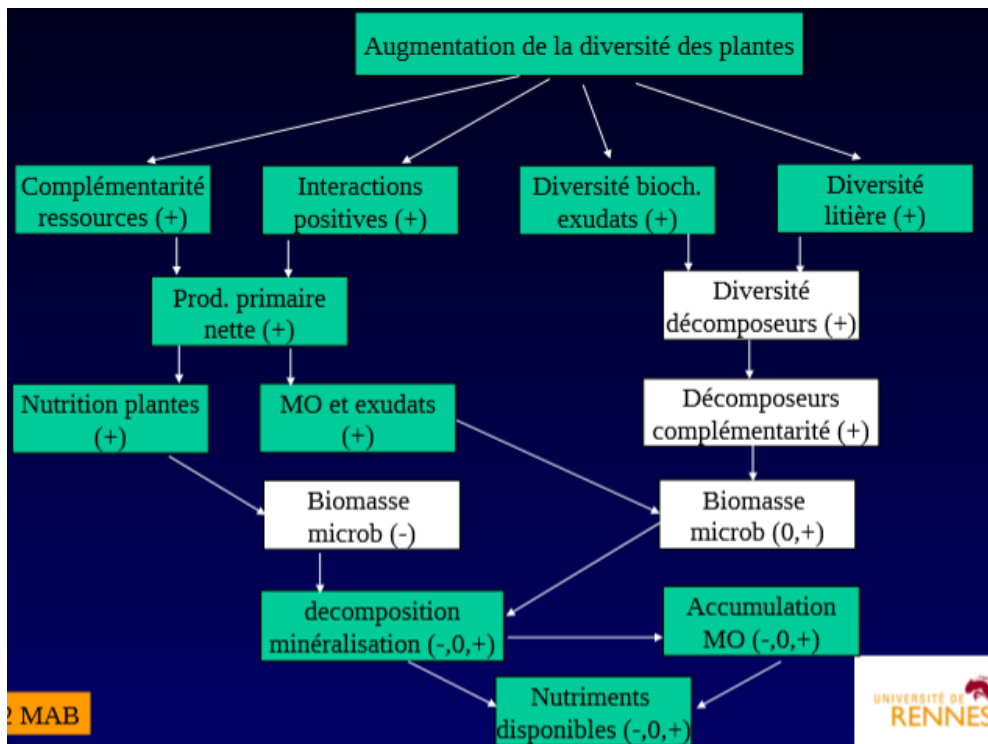


Il existe une importance de la richesse en espèces pour le maintien fonctionnel des écosystèmes vis à vis des changements globaux.

Redondance fonctionnelle et complémentarité dans l'usage des ressources (Loreaux, PNAS 1998) :

- plus un écosystème est diversifié et plus cet écosystème reste stable en terme de fonctions assurées par l'écosystème vis à vis d'une perturbation
- plus un écosystème est diversifié et assume de fonction, plus la redondance fonctionnelle est importante et donc une perte de biodiversité peut avoir différents effets en fonction de l'état initial de cet écosystème

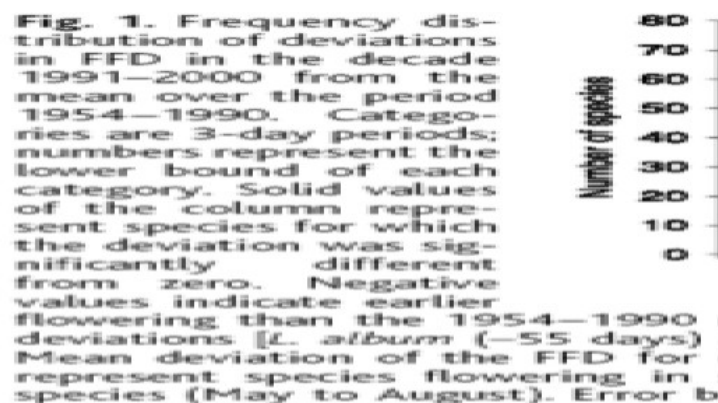




III-Biodiversité et changement climatique : impacts observés et projetés

Changement climatique depuis les dernières décennies, déjà un effet visible sur la biodiversité :

- Modifications des dates de floraison des plantes.
→ 385 espèces : relevés de floraisons sur 50 ans



- ⇒ entre 1954 et 1990 : augmentation du nombre de floraison précoce et/ou tardive (globalement précoce)
- directement observables et liées au changement de température
- ⇒ effet variable en fonction des espèces : espèces entomophiles !

Table 2. Deviations of FFD in 1997 annuals and perennials. Biennials (sometimes flowering in their first independent contrasts (PICs), the life-form) was used.

Genus	Annuals
<i>Alopecurus</i>	<i>myosuroides</i>
<i>Bromus</i>	<i>hordeaceus</i>
<i>Cardamine</i>	<i>hirsuta</i>
<i>Cerastium</i>	<i>glomeratum</i>
<i>Crepis</i>	<i>vesicaria</i>
<i>Euphorbia</i>	<i>capillaris</i>
<i>Fallopia</i>	<i>exigua</i>
<i>Galium</i>	<i>helioscopia</i>
	<i>convolvulus</i>
	<i>aparine</i>
<i>Geranium</i>	<i>dissectum</i>
	<i>rotundifolium</i>
<i>Hordeum</i>	<i>robertianum</i>
	<i>distichon</i>
<i>Melilotus</i>	<i>munium</i>
	<i>albus</i>
<i>Myosotis</i>	<i>arvensis</i>
<i>Sonchus</i>	<i>asper</i>
	<i>oleraceus</i>
<i>Trifolium</i>	<i>campestre</i>
	<i>dubium</i>
<i>Veronica</i>	<i>arvensis</i>
	<i>hederifolia</i>

⇒ Conséquences évolutives probables : création d'hybrides ; altération des interactions entre populations, modification de communautés

Table 3. Pairs of species known to form hybrids in which actual changes in mean FFD between 1954–1990 and 1991–2000 have led to flowering being more or less synchronous and therefore hybridization more or less likely. Net change is the number of days by which FFD have become more (positive) or less (negative) coincident. All values are rounded to the nearest day.

Species	Mean FFD 1954–1990	Mean FFD 1991–2000	Change (days)	Net change (days)
<i>More likely</i>				
<i>Rumex sanguineus</i>	27 June	15 June	–12	+13
<i>R. obtusifolius</i>	30 May	1 June	+1	
<i>Mentha aquatica</i>	6 August	31 July	–6	+11
<i>M. arvensis</i>	25 June	31 July	+5	
<i>Potentilla reptans</i>	17 June	6 June	–11	+7
<i>P. erecta</i>	13 May	10 May	–4	
<i>Silene dioica</i>	27 April	30 April	+3	+5
<i>S. latifolia</i>	15 May	12 May	–2	
<i>Less likely</i>				
<i>Viola odorata</i>	9 March	21 February	–17	–15
<i>V. hirta</i>	25 March	23 March	–2	
<i>Linaria repens</i>	9 July	9 July	0	–8
<i>L. vulgaris</i>	27 June	19 June	–8	

- Modification de reproduction d'animaux.
- Modification dans la migration.
- Modification de la durée des saisons de croissance (plantes).
- Distribution des espèces (déplacement de certaines).
- Modification de la taille des populations.
- Fréquence et répartition de maladies (ex : paludisme en Italie).

Exemple pour les oiseaux du littoral :

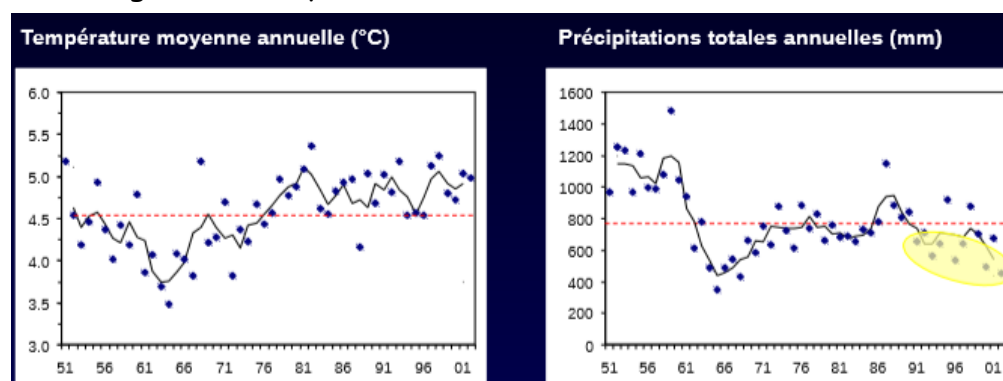
- Comportement modifié
 - Mer du nord, modification de la température de 1°C
 - Compartiment clés :
 - Phytoplancton + zooplancton (baisse phytoplancton = dégradation de la chaîne trophique)
 - Conséquences de la modification thermique
 - Taille de la population de Lançons (un poisson) réduite
 - Phytoplancton et zooplancton plus en profondeur impact sur les oiseaux côtiers (Migration etc)
 - Relation entre oiseaux côtiers et phytoplancton ainsi que phytoplancton et ressource halieutique (Ressources vivantes, animales et végétales, des milieux aquatiques exploitées par l'Homme)
- Migration etc

Projection : Le changement climatique pendant le 21ème siècle sera beaucoup plus rapide que pendant les 10 000 dernières années et combiné au changement d'affectation des terres et à la présence d'espèces invasives, il entraînera une accentuation de la disparition d'espèces.

- Migration d'espèces attendue pour l'installation dans des environnements plus hospitaliers que ceux occupés jusqu'alors.
- Extinction des espèces les plus vulnérables (intolérantes aux variations environnementale, de répartition étroite...)
- Changement dans les fréquences ainsi que dans la localisation des dérèglements climatiques et non climatiques
 - ⇒ Ces changements conditionnent comment et quelle proportion de l'écosystème sera remplacée par de nouveaux assemblages.

Exemple :

Kerguelen, origine volcanique, isolée



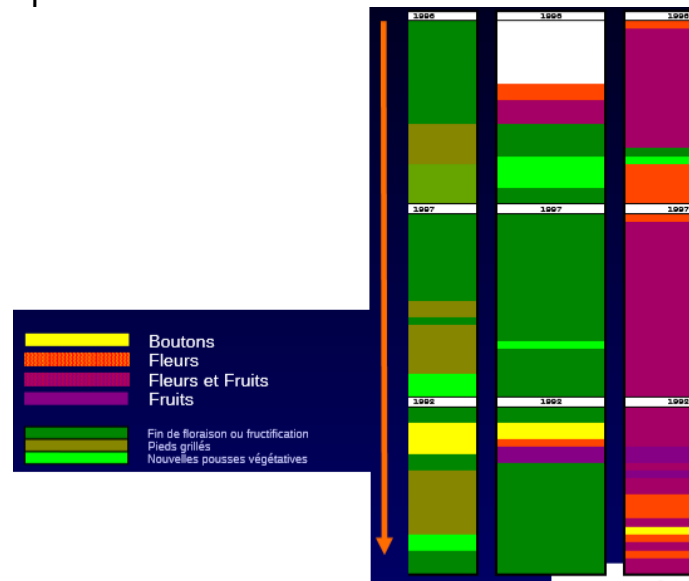
⇒ précipitations réduites de 50 % depuis 50 ans, associé à une augmentation de la température

⇒ Entraîne des modifications ! de la phénologie et de la reproduction chez les plantes et également de leur capacité de dispersion.

Quels effets sur les espèces introduites ?

⇒ chez les plantes :

- phénologie - reproduction
- capacité de dispersion



Projections :

- Certains écosystèmes sont particulièrement vulnérables : récifs coralliens, mangroves, haute montagne, toundra
 - Poumon planétaire en danger (libération plus importante de CO_2 contenue dans ces écosystème)
 - Usine de stockage carbone (toundra) menacée
- Production primaire nette devrait augmenter mais pas celle de l'écosystème (déstockage de C, incendie) (Ex : Bornéo, 40 % du CO_2 total émis en 1997-2000)
- Augmentation de la concentration en CO_2 dans l'atmosphère avéré + autres gaz à effet de serre (CH_4 ; N_2O)

⇒ Les concentrations sont si élevées qu'elles sont inconnues depuis plusieurs millions d'années

⇒ conséquences ?

- La première conséquence observable est une augmentation avérée de la température à l'échelle mondiale
 - fonte des glaciers
 - augmentation de la température à la surface des océans
 - modification des écosystèmes
- niveau de résistance/résilience de la planète inconnu
 - et capacité de l'humanité à modifier son empreinte, à l'atténuer, pour revenir à un état « naturel » de l'atmosphère ? Temps nécessaire ?

Mesures :

- COP 21 : protocole pour limiter l'augmentation de la température : stabiliser le réchauffement climatique dû aux activités humaines « nettement en dessous » de 2°C d'ici à 2100 (par rapport à la température de l'ère préindustrielle) en renforçant les efforts pour atteindre la cible de 1,5°C
- COP 22 : 48 pays en développement ont adopté l'objectif 100 % énergie renouvelable d'ici à 2050

Cas du climato-scepticisme :

⇒ quelques personnes

Réchauffement climatique = inéluctable, impossibilité de limiter les émissions de CO₂

⇒ quelques autres

- déni
- réchauffement climatique = complot scientifique/imposture scientifique
- etc...

IV-Actions de limitation du changement climatique

A-Cycle du carbone

Écosystèmes terrestres et aquatiques, acteurs principaux du cycle du carbone :

- Stocks :
 - 60 Gt écosystèmes terrestres
 - 90 Gt écosystèmes aquatiques
- Flux :
 - 6,3 Gt/an « seulement » ce qui est émis par l'Homme
 - 1,6 Gt/an déforestation (5-7 fois plus depuis 12 ans)
 - Stockage de 3 Gt/an pour l'écosystème terrestre
 - Stockage de 1,7 Gt/an pour les océans

⇒ résultats net actuel : + 3 Gt/an → pour l'équilibre ?

Opportunités d'actions pour réduire l'émission de gaz à effet de serre et préserver la biodiversité :

⇒ Nécessité d'incorporer les facteurs environnementaux, avec des considérations sociales et économiques :

- Recommandations de CMF (Marrakesh 2002) et de LULUCF (land use, land use change and forestry)
 - Conservation des pools (stock) de carbone existant (éviter la déforestation)
 - Séquestration de C par augmentation des puits à C (Afforestation, reforestation)
 - (Substitution de l'énergie fossile par de la biomasse)
- ⇒ 100 Gt cumulé (d'ici à 2050) soit 10 à 20 % de l'énergie fossile consommée

- Favoriser des longues rotations pour permettre une séquestration du C la plus efficace.
 - Limitation de la perte de C stocké dans le sol
 - De courtes rotations altéreraient la qualité des sols
 - Mais de courtes rotations permettrait de ne pas toucher aux forêts primaires
- Plantations d'espèces natives afin de supporter une biodiversité plus abondante plutôt que des espèces exotiques. Plantation d'espèces en mélange supporte nécessairement plus de biodiversité et plus de productivité.
 - Les plus importants programmes de boisement : La Chine
 - ⇒ Depuis environ 10 ans > 50 millions d'arbres plantés par an
 - ⇒ Mais ! À la place des zones de steppes, un écosystème prairial
 - En Afrique, la « Muraille verte » 7600 km de long, 15 km de large => 25 000 ha par an prévu pendant au moins 25 ans



Cas de la Chine :

Reboisement d'1/5 des terres du pays ensevelies par le sable du désert...

Intensifier le boisement à hauteur de 40 milliard d'hectares d'ici 2020 et augmenter les réserves de ressources en bois de 1,3 milliard de mètres cubes par rapport à 2005

Le taux de couverture forestière de la chine :

⇒ 5 % en 1958

⇒ 20,36 % en 2010, contre 18,2 % en 2005 et devrait encore augmenter



B-Actions possibles pour séquestrer le carbone et la biodiversité

⇒ plusieurs possibles

- Renforcement des mesures et des moyens de protection des forêts
- Plantation forestière pour exploitation •
 - Potentiel de puits à C
 - Peut réduire l'érosion du sol
 - Produit des services (qualité de l'eau) et produit de la richesse

Amélioration de la gestion des écosystèmes prairiaux (peut accroître le stockage de carbone dans le sol et maintenir la biodiversité)

⇒ Introduction de plantes fixatrices d'azote et graminées de forte productivité mais ces introductions peuvent poser problème (invasions)

- Préservation des tourbières
 - Stopper le drainage
 - Écosystèmes stockant le carbone mais leur exploitation les transforme en sources de C.
- Revégétalisation des sols nus (érodés profondément dégradés)

⇒ Forte potentialité de séquestration (programme muraille verte et programme chinois)
- Gestion raisonnée du pâturage (pour éviter le surpâturage entraînant une désertification)
 - Maintien de la biodiversité
 - Maintien de la qualité des sols et limitation de l'érosion
 - Préservation des écosystèmes notamment les plus fragiles en zone aride, limitant ainsi la désertification.

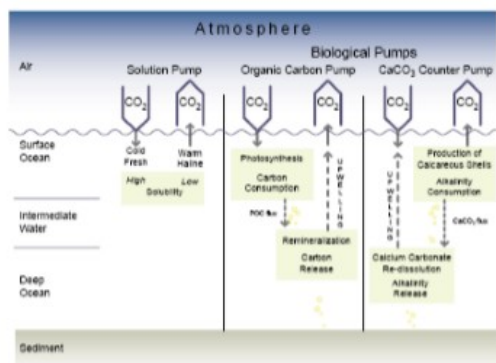


FIGURE 3: Three main ocean carbon pumps govern the regulation of natural atmospheric CO₂ changes by the ocean. Source: Denman, K.L. et al. (2007). *Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (redrawn after Heinze, C., E. Maier-Reimer, and K. Winn, 1991: Glacial /p/CO₂ reduction by the World Ocean: experiments with the Hamburg carbon cycle model *Paleoceanography* 6(4), 395–430.)

CBD vol 46

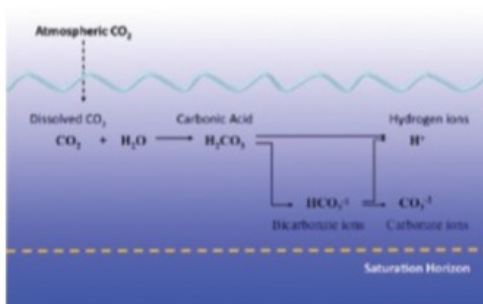
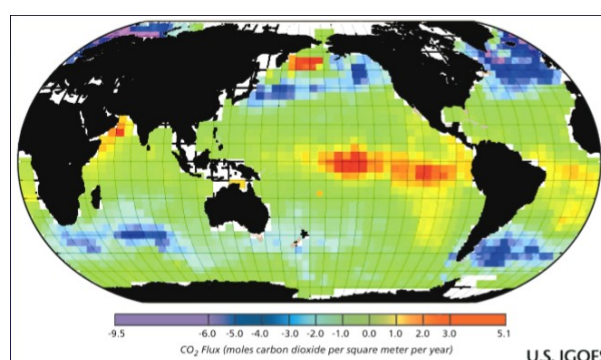


FIGURE 6: The reaction of CO₂ and seawater. Source: Adapted from Doney, 2006⁵¹.

Vu en L1 : pompe océanique à carbone

La solubilité est inversement proportionnelle à la température de l'eau.

⇒ stockage océanique à long terme dans les zones les plus profonde (pompe biologique à carbone)



« The ocean's capacity to take up CO₂ from the atmosphere represents the largest buffer in the Earth System, but it reacts very slowly. Small changes in the ocean's CO₂ fluxes have decisive influence on the atmospheric CO₂ content. »

(Takahashi T. et al. 1999)

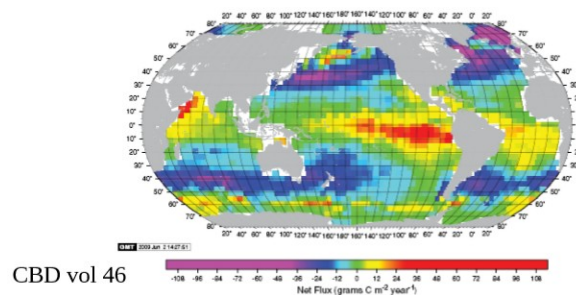


FIGURE 2: Mean Annual Air-Sea CO₂ Flux for 2000 (Revised June 2009). Source: http://www.ideo.columbia.edu/res/pi/CO2/carbondioxide/pages/air_sea_flux_2000.html based on Takahashi, et al. 2009²⁰. A climatic mean distribution for the surface water pCO₂ over the global oceans in non-El Niño conditions are presented with spatial resolution of 4° (latitude) x 5° (longitude) for a reference year 2000 based upon 3.0 million measurements of surface water pCO₂ obtained from 1970 to 2007. Wind speed data from the 1979–2005 NCEP–DOE AMIP-II Reanalysis and the gas transfer coefficient with a scaling factor of 0.26. The annual mean for the contemporary net CO₂ uptake flux over the global oceans is estimated to be -1.4 ± 0.7 Pg-C/yr. Taking the pre-industrial steady state ocean source of 0.4 ± 0.2 Pg-C/yr into account, the total ocean uptake flux including the anthropogenic CO₂ is estimated to be -2.0 ± 0.7 Pg-C/yr in 2000.

- Océan = 50 fois plus de C que dans l'atmosphère, Accroissement de la potentialité de fixation ?
⇒ Fertilisation de l'océan ? → des expérimentation en cours
- Addition de Fe, élément limitant → des résultats décevants
- Biocarburants substituant l'énergie fossile
⇒ Mais : Effet pervers, augmentation du prix des matière première alimentaire car utilisation des surface pour autre chose que agriculture.
- Promouvoir l'énergie renouvelable (solaire, éolienne, hydroélectricité) = problème de gouvernance.
 - possible pour la plupart des pays
 - incertitude des conséquences de l'essor de nouvelles puissances économiques (ex : Chine)

Conservation de la biodiversité :

- priorité d'assurer le maintien des fonctions de l'écosystème
- des populations génétiquement diversifiées et une richesse spécifique importante permettent un meilleur potentiel d'adaptation en vue des changements climatiques à venir

Protection et mise en place d'écosystèmes produisant de la richesse et des services, mesures d'adaptation pour améliorer la richesse et les services et pour l'anticipation :

- Cas de la Mangrove : augmentation de la protection des zones côtières => barrière contre l'augmentation du niveau des océans et barrière d'érosion.
- Réhabilitation des zones humides pour limiter les risques d'inondation, barrières végétales, haies (marche arrière après 3 décennies de remembrement).
- Conservation des forêts « primaires » pour limiter la perte de biodiversité et préserver les stocks de carbone.

V-Approches pour la sensibilisation du public et la prise de décision

- Synergie entre 'United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) et son protocole d'accord ('protocole de Kyoto') et le CBD
 - Amélioration de la coordination entre les 2 organes (exécutif et consultatif)
 - Mise en application rapide en droit national du protocole d'accord sur les émissions de CO₂ par les pays ayant ratifié le traité puisque le quorum de 50% est atteint (ratification de la Russie en 2011)
- Mise en place d'outils juridiques intégrant le niveau économique, environnemental et social dans le contexte de développement durable
 - Donner aux services écologiques une valeur économique
- Devenir de Kyoto se prépare (conférence de Copenhague 2013 a avorté : blocages des pays émergents + certains grands pays du G20) * COP21 Paris 2015 et COP22 Marrakech 2016
 - Accentuer l'effort de limitation des émissions (2°C d'ici à 2100) et s'efforcer de contenir à 1,5°C l'augmentation de température
 - Méthodes disponibles pour évaluer la valeur d'un écosystème de par les services rendus à l'environnement dans le contexte du problème du C dans l'atmosphère
- Ex:
 - direct → nourriture
 - Indirecte → régulation climatique, épuration
 - Valeur optionnelle → réservoir de diversité
 - Non utilitaire → récréationnel, esthétique, culturelle, éthique, religieux, philosophique, non évaluable en termes monétaires
- Nécessité de mettre en forme un standard international minimum à partir des recommandations du CBD sur le stockage de C.
 - Si acceptés internationalement, ces standards pourront être appliqués dans l'effort national. Ceci est ratifié dans les accords de Marrakech, application des travaux de la CBD sur la gouvernance
- Effort de communication
 - Nécessité de renseigner la population sur les effets probables du réchauffement climatique
 - Nécessité de renseigner et d'instruire les individus sur l'importance de la biodiversité aujourd'hui et demain