

Changement d'affectation des terres et dynamique des écosystèmes

I-Introduction

Les changements d'affectation des terres (CAT) sont une des composantes du changement global.

Concept des « CAT » : les changements d'affectation des terres correspondent à des modifications biogéophysiques de l'environnement humain.

L'Homme est un facteur de transformation des écosystèmes et de leurs fonctions.

⇒ Cet impact de l'Homme est lié à plusieurs variables :

- Le développement économique et la croissance démographique
- L'impact sur la biodiversité, le climat, les cycles biogéochimiques

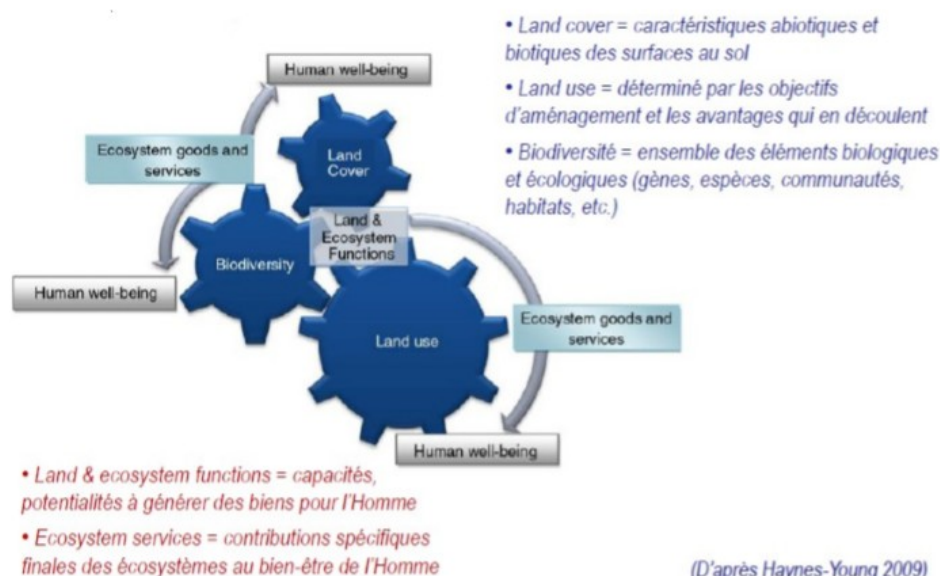
Il est nécessaire de distinguer l'occupation des terres (land cover) de l'utilisation des terres (land use).

L'occupation du sol implique :

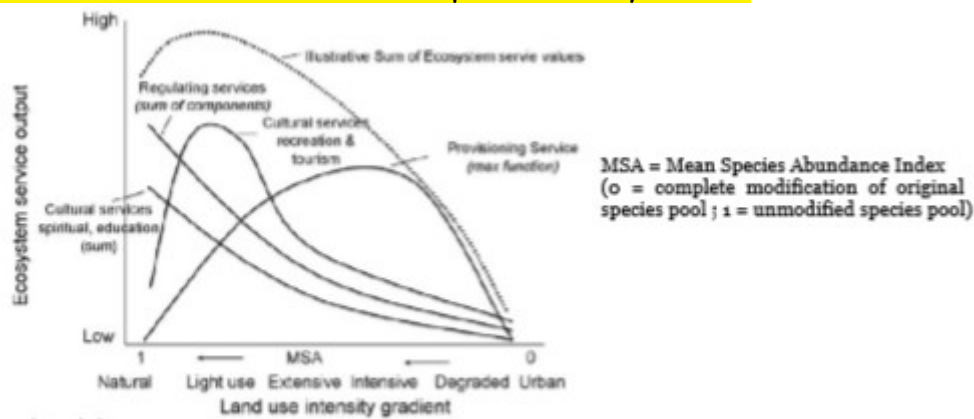
- Des catégories d'écosystèmes (prairies, forêts, etc...)
- Une estimation des proportions de chacune sur un territoire

Les CAT ont un impact fort depuis le 18^e siècle mais ont une empreinte écologique sur le milieu dès le Paléolithique et des conséquences quantitatives significatives dès le Néolithique.

Il existe des relations entre l'occupation, l'usage des terres, la biodiversité et les services rendus à l'Homme par les écosystèmes.



Il existe une relation hypothétique entre l'intensité de l'usage des terres, la richesse en espèces et le niveau de service rendu par les écosystèmes.



II-L'Homme et l'utilisation des terres, un peu d'histoire...

A-Époque paléolithique

400 000 ans : preuve de foyers aménagés = maîtrise du feu (de Lumley 2004)

→ 1^{ère} grande acquisition technologique

Utilisation du feu pour :

- prolonger le jour, se protéger contre les animaux
- ouvrir le milieu et favoriser l'augmentation du gibier d'où une pression de chasse plus forte
 - Ongulés (Afrique, Europe)
 - Bison (Amérique)
 - Kangourou (Australie)

⇒ Le moteur de l'hominisation est corrélé à une augmentation significative de la pression anthropique

L'Homme Paléolithique contribue à la disparition d'espèces (Ramade 1995)

- - 50 000 ans : plus de 50 % des grands Mammifères d'Afrique tropicale disparaissent
- - 12 000 ans au Maghreb : disparition de 60 % des Mammifères

On constate une disparition importante de grands Mammifères vers 16 000-11 000 BP (BP = Before Present = 1950) :

⇒ Il existe une conjoncture entre le changement du climat et la pression anthropique (invention de l'arc et flèche)

B-La révolution du Néolithique

Le IX^e millénaire avant J-C correspond au début de l'exploitation systématique des milieux pour l'agriculture.

Le Néolithique apparaît comme une période de révolution car on observe une transformation profonde de :

- L'habitat
- L'armement
- L'organisation sociale

La Néolithisation correspond à un avènement des systèmes productifs (agrosystèmes) :

- c'est un processus lent, le déboisement ne se fait pas de façon massive
- elle se manifeste par l'apparition de centres de domestication de plantes et d'animaux un peu partout sur Terre
- Il y a passage vers l'agriculture : le cas le plus précoce est celui de l'actuelle Palestine (environ 10 000 avant J-C)

Les causes de l'apparition de l'agriculture au Néolithique ne sont à ce jour pas encore complètement identifiées.

En Europe, l'apparition de l'agriculture est à relier aux changements climatiques (passage d'un climat Boréal vers un climat Atlantique) :

- la forêt se développe avec le réchauffement ce qui entraîne une fuite vers le Nord du gibier (Rennes, Bisons, etc ...)
- la difficulté de chasse est augmentée
- Il y a nécessité de recherche de nouvelles ressources alimentaires

Mais, en Amérique du Sud, l'agriculture s'est développée dans un contexte physique défavorable. En effet, on n'observe aucun développement agricole dans les pampas et les steppes (pourtant propices à l'agriculture) tandis que l'on observe un développement agricole relatif sur les versant andins et les désert côtiers (pourtant hostile au développement des plantes et donc à l'agriculture).

Comment s'est développée l'agriculture en Europe et en France ?

- période Atlantique (8 000 - 4 700 BP) : chênaie mixte et hêtraie
⇒ déboisement et défrichement
(en Bretagne : destructions forestières par le feu vers 4 500/3 500 avant J-C)
- Culture de céréales attestées vers 7000 avant J-C en Grèce
⇒ Blé, Orge (origine Asie occidentale)
⇒ mise au point de la culture (semis, moisson) au Proche-Orient
- Domestication des animaux et développement de l'élevage

- ⇒ première domestication généralisée en Europe : le chien (notamment pour la chasse)
- ⇒ domestication des ovins et caprins (vers 8 000 avant J-C au Proche-Orient)

Quelles sont les incidences de l'agriculture néolithique sur les milieux naturels ?

- développement agricole et diversité des espèces
 - L'agriculture entraîne de nouvelles dynamiques au sein des écosystèmes
 - ⇒ évincement de certaines espèces (espèces endémiques)
 - ⇒ adaptation de certaines espèces à proximité de l'Homme
 - Agriculture ⇒ sélection d'espèces (en fonction de la résistance aux maladies, à la sécheresse, etc ...)
 - L'activité agricole favorise :
 - ⇒ les plantes héliophiles (VS sciaphiles)
 - ⇒ les plantes messicoles (coquelicots par exemple)
 - ⇒ les plantes rudérales (orties par exemple)
 - ⇒ les animaux des cultures (Rongeurs, Alouette, Charançon, etc ...)
 - Il y a expansion des espèces domestiques (VS espèces sauvages originelles)
- Premières manifestations de l'érosion des sols
 - En France, au IV^e millénaire avant J-C il existe des cultures en vallées alluviales (sols limoneux) mais le sol y est peu épais et donc fragile
 - ⇒ altération rapide et érosion (exemple : vallée de l'Aisne)
 - ⇒ déplacement de populations (vallées vers plateaux)

III. Paléo-environnements et reconstitution de la dynamique des écosystèmes

A-Paléo-environnement et paléoécologie

Les paléo-environnements anciens de la planète peuvent être reconstitués à l'aide de différents outils :

- outils physico-chimiques : exemple de l'oxygène 18 en paléoclimatologie
- outils biologiques : exemple des pollens et spores en palynologie

La paléoécologie est l'étude de l'écologie des organismes, des biocénoses et des écosystèmes aujourd'hui disparus (différent de éteints = fossile sensu stricto).

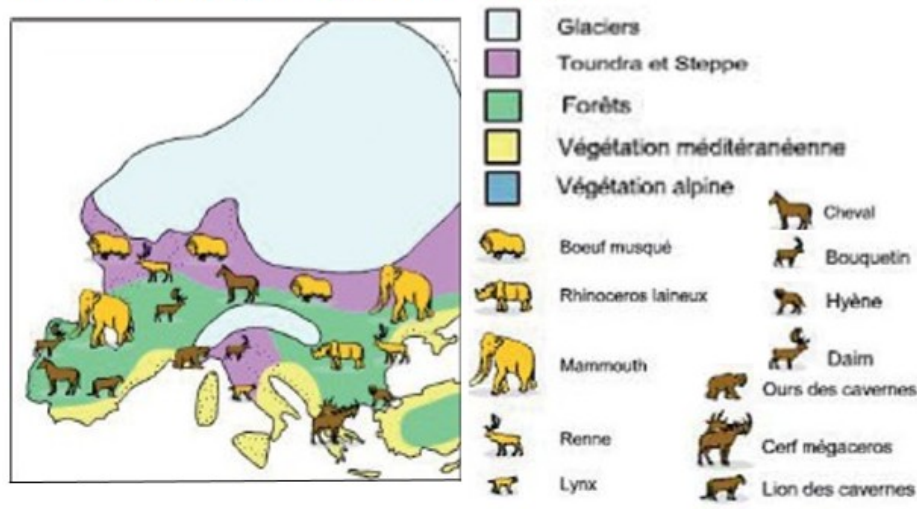
- ⇒ Étude de la dynamique des communautés du quaternaire
- ⇒ Archives marines et continentales (sédiments, tourbe)

L'étude du paléo-environnement constitue une approche pertinente pour répondre aux questions actuelles :

- ⇒ Contribution de l'Homme au réchauffement climatique
- ⇒ Impacts des changements d'affectation des terres sur le milieu naturel

Exemple de reconstitution paléo-environnementale :

ii) Dernier maximum glaciaire (Würm , - 12000 ans) : extension maximale de l'inlandsis Nord Europe, baisse du niveau de la mer de 100 m (réunion îles anglo-saxonnes & continent européen) ; régions non glacées à toundra et steppe



B- Reconstitution des climats : utilisation d'indices physico-chimiques

Isotopes = différents types d'atomes d'un même élément se distinguant uniquement par leur nombre de neutrons

Isotopes stables = isotopes sans radioactivité décelable

Radioactivité = propriété de certains noyaux d'atomes à se désintégrer naturellement (émissions de particules électromagnétiques)

Radio-isotope = isotope à forte proportion de neutrons dans leur noyau d'où son instabilité

Buts de l'utilisation des isotopes :

- Reconstituer l'évolution du climat au cours du temps long
- Certains isotopes = marqueurs de T°C (O₂ et D)
- En fait : utilisation de rapports isotopiques

Oxygène = marqueur de T°C :

- oxygène = mélange de 2 isotopes stables : ¹⁶O (99,8%) et ¹⁸O (0,2 %)
- ces proportions se retrouvent dans la molécule d'eau (océan, eau douce)

Estimations des proportions dans un échantillon (eau liquide, glace) :

→ Calcul du rapport isotopique (δ), exprimé en ‰ :

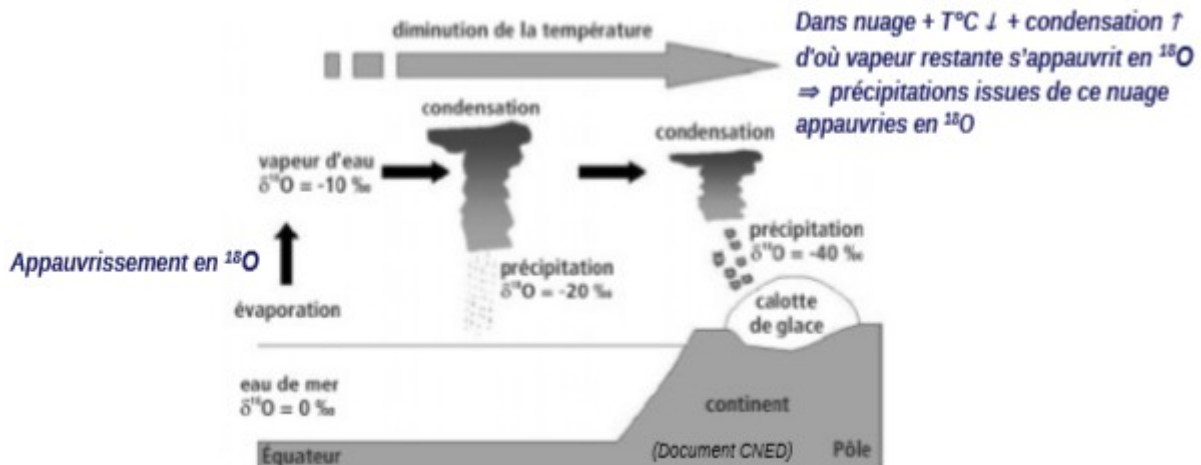
$$\delta^{18}\text{O} = \left\{ \frac{\left[\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right]_{\text{échantillon}} - \left[\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right]_{\text{SMOW}}}{\left[\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \right]_{\text{SMOW}}} \right\} \times 1000$$

Nécessité d'une référence pour comparer:

→ Pour ^{18}O : SMOW = Standard Mean Ocean Water (ratio proche de 0,02)

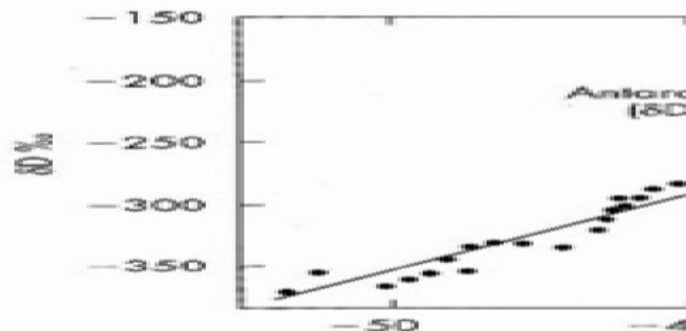
Evolution du $\delta^{18}\text{O}$ avec la température

- distribution des 2 isotopes entre vapeur et précipitations (glace, pluie) :
→ contrôlée par loi d'action de masse dont le coefficient dépend de la $T^\circ\text{C}$
- ainsi, en fonction de la $T^\circ\text{C}$ et des processus, le $\delta^{18}\text{O}$ varie, par exemple :
→ évaporation favorise transfert vers atmosphère des molécules les plus légères



Interprétation:

- à partir des valeurs obtenues et modèles corrélation
- estimation des $T^\circ\text{C}$ sur la base de corrélations établies sur lots d'échantillons (Terre Adélie, Groenland, Jouzel et al 1994) :



Applications aux organismes à tests calcaires

- Élaboration du test (CaCO_3) à partir de HCO_3^- de l'eau de mer (δ) exprimé en 0/00
- Analyse en spectrométrie de masse des carbonates
- Calcul du $\delta^{18}\text{O}$ mais référence = Rostre de Bélemnite de la formation « Peedee » (USA)

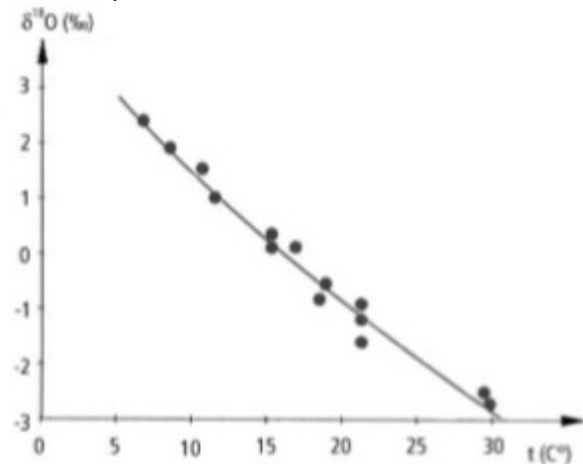
Composition isotopique $\text{CaCO}_3 = f(T^\circ\text{C et composition isotopique eau de mer})$:
→ Calibrage expérimental de cette dépendance (Epstein et al. 1953)

$$T^\circ\text{C} = 16,9 - 4,2 \times (dc-de) + 0,13 \times (dc-de)^2$$

avec

$dc = \delta^{18}\text{O}$ des carbonates et

$de = \delta^{18}\text{O}$ eau de mer



C-Reconstitution de la dynamique végétale : approche palynologique

La palynologie est l'analyse des pollens des sédiments.

→ inventeur : von Post (1916)

Buts de cette science :

- reconstituer l'histoire quaternaire des végétations grâce aux pollens
- interpréter les changements environnementaux

Connexion avec les changements globaux :

- climat, usage des terres
- causes anthropiques ou naturelles des ruptures

Les fondements de la palynologie sont :

- La **spécificité** : la morphologie du grain de pollen est propre à chaque espèce.
- La **grande résistance des pollens à l'altération** (permettant leur conservation dans les sédiments et autres milieux réducteurs), **grâce à l'exine** (enveloppe externe résistant à la corrosion).

La conservation des pollens se fait dans les **milieux réducteurs** tel que les tourbières (milieu oligotrophe), les sédiments...

La palynologie s'applique aux **périodes récentes du quaternaire**.

La base méthodologique de la palynologie consiste en la **construction d'un diagramme pollinique** selon le principe d'horizontalité primaire et de superposition, avec des groupements de pollens dans les différentes couches sédimentaires et une correspondance entre la profondeur et l'âge du dépôt.

Conséquences des changements d'affectation des terres → **réduction de S** (richesse spécifique), **de l'abondance et de la biomasse** :

- Impact fort des systèmes agricoles intensifs (R et O)
- effets plus importants sur litières que sol profond

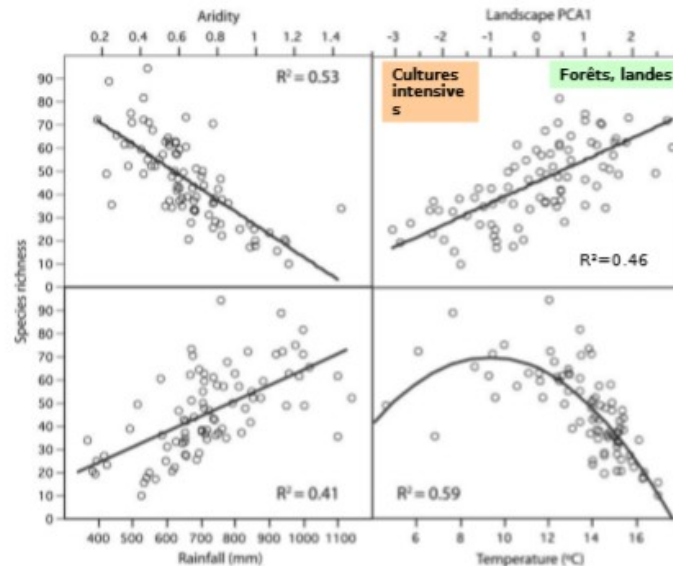
2-Les papillons méditerranéens

S (richesse spécifique) : = f (climat + facteur anthropique)

↓ avec aridité
↑ avec précipitations

↓ avec intensification
pression agricole

T°C → valeur seuil



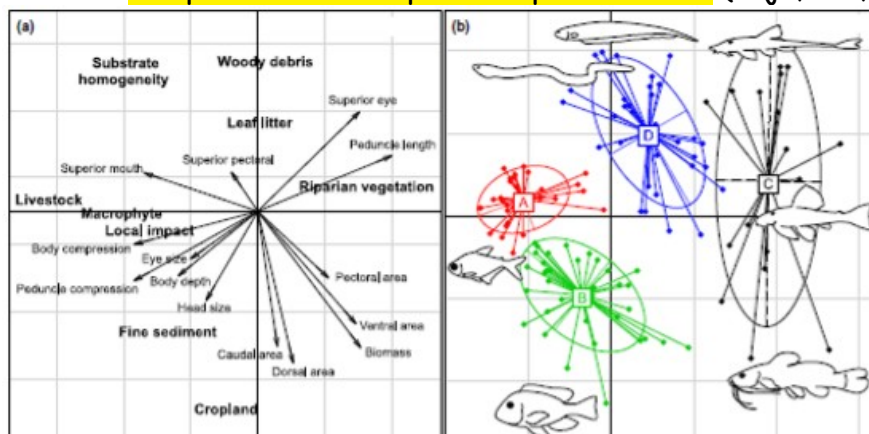
La **richesse spécifique S** est fonction du climat et du facteur anthropique :

- La richesse spécifique **diminue avec l'aridité**
- La richesse spécifique **augmente avec le nombre de précipitation**
- La richesse spécifique **diminue avec l'intensification de la pression/activité agricole**
- Avec la température, on observe la présence d'une **valeur seuil**. Autrement dit, au delà d'une certaine température on observe une diminution de la richesse spécifique, avant cette valeur on observe une augmentation de la richesse spécifique.

3-Les poissons de rivière

→ contexte : sud Brésil

- dans une région agricole depuis le 17^e siècle, **pratique du pâturage** (pour la production de viande)
- depuis 30 ans : **remplacement des prairies par cultures** (soja, blé, maïs)



Il existe un **lien** entre le **milieu terrestre** qui borde les rivières et les **rivières** elles-mêmes.

On observe des **différences morphologiques** entre les espèces d'une même rivière. Par rapport au changement d'affectation des terres, on a des **modifications des communautés**.

En fonction des types morphologiques et fonctionnels, on peut identifier les modifications des communautés.

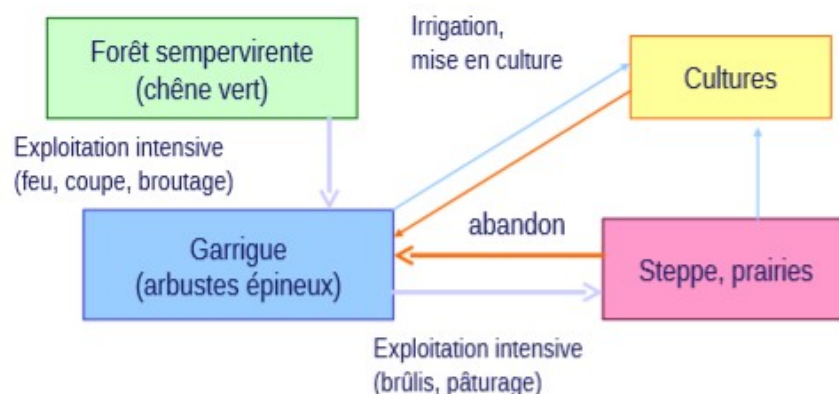
⇒ Obtention de ces diagrammes par **compilation des données de plusieurs stations**. Les **facteurs contraignants** sont la **végétation** (il y a destruction des ripisylves), les **particules de matière organique**, les **sédiments**. Une variation de ces différents facteurs provoque des **changements au sein des communautés** : il y a modification des espèces et modification des traits fonctionnels des espèces présentes.

B-Sur les communautés et les écosystèmes : la forêt languedocienne

Historique :

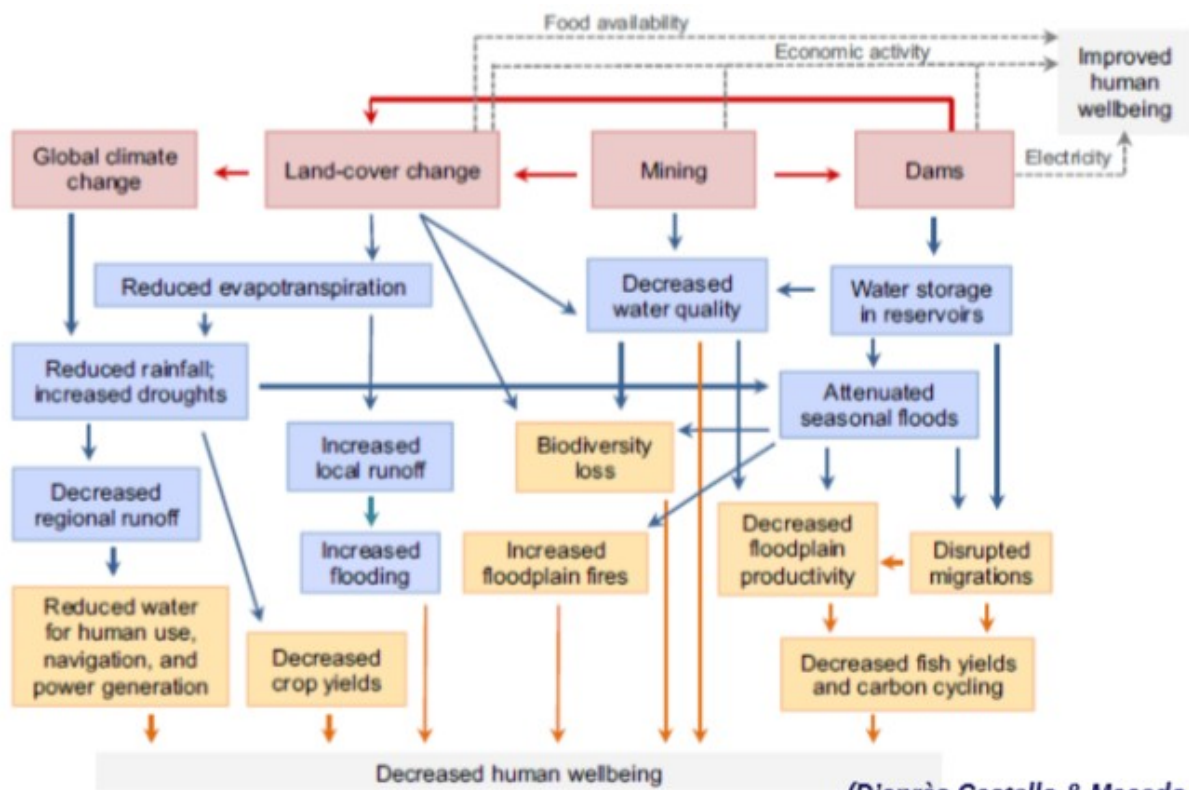
- Néolithique : pression forte sur plateaux calcaires
- Dégradation du couvert végétal : liée aux surpâturages ovin et caprin entraînant une érosion globale
- Conséquences : vers 1800 avant J.C. = disparition des villages permanents
- Aujourd'hui : garrigues pauvres peu exploitées

Dynamique :



C-À l'échelle du paysage : exemple de dégradation des écosystèmes aquatiques

Impact des changements d'usage des terres : interactions entre écosystèmes, **variables de forçage** (rouge), **altérations hydrologiques** (bleu) et **impacts sur les écosystèmes** (jaune)



(D'après Castello & Macedo 2016)