

L'érosion des sols

1. causes et constats

A l'échelle du globe, les pertes de surfaces arables sont estimées à une fourchette comprise entre 70 000 et 150 000 km² par an (entre 12 et 25% du territoire français).

Europe : 100 000 ha/an par an

France : 20 % à 25 % des terres arables françaises subissent une érosion



580 millions ha : Déforestation : Plus de 220×10^6 ha de forêts tropicales détruits de 1975 à 1990. Actuellement: 13×10^6 ha sont défrichés chaque année ($\approx \frac{1}{4}$ surface de la France)

680 millions ha : Surpâturage : Environ 20 % des pâturages et terres de parcours ont été endommagés, surtout en Afrique et en Asie

137 millions ha Consommation de bois de feu : Chaque année, on récolte environ 1 milliard 730 millions de mètres cubes de bois de feu dans les forêts et plantations.

550 millions ha : Mauvaise gestion des terres agricoles : L'érosion par l'action de l'eau fait perdre chaque année environ 25 milliards de tonnes de terre.

19,5 millions ha : **Industrie et urbanisation**

(source : UNEP (ONU))

CARACTÈRES PÉDOLOGIQUES

- Texture (argiles, limons, sables)
- Structure (agrégats argilo-humiques)
- Teneur en matière organique

FACTEURS PHYSIQUES

Géomorphologie

- Situation topographique
- Pente

Hydrologie

- Intensité précipitations
- Occurrence et cumul (saturation des sols)
- Evapotranspiration

FACTEURS AGRONOMIQUES

- Choix techniques: itinéraires, outils, taille parcellaire, haies...
- Mise à nu du sol

Erosion

Impacts socio-économiques

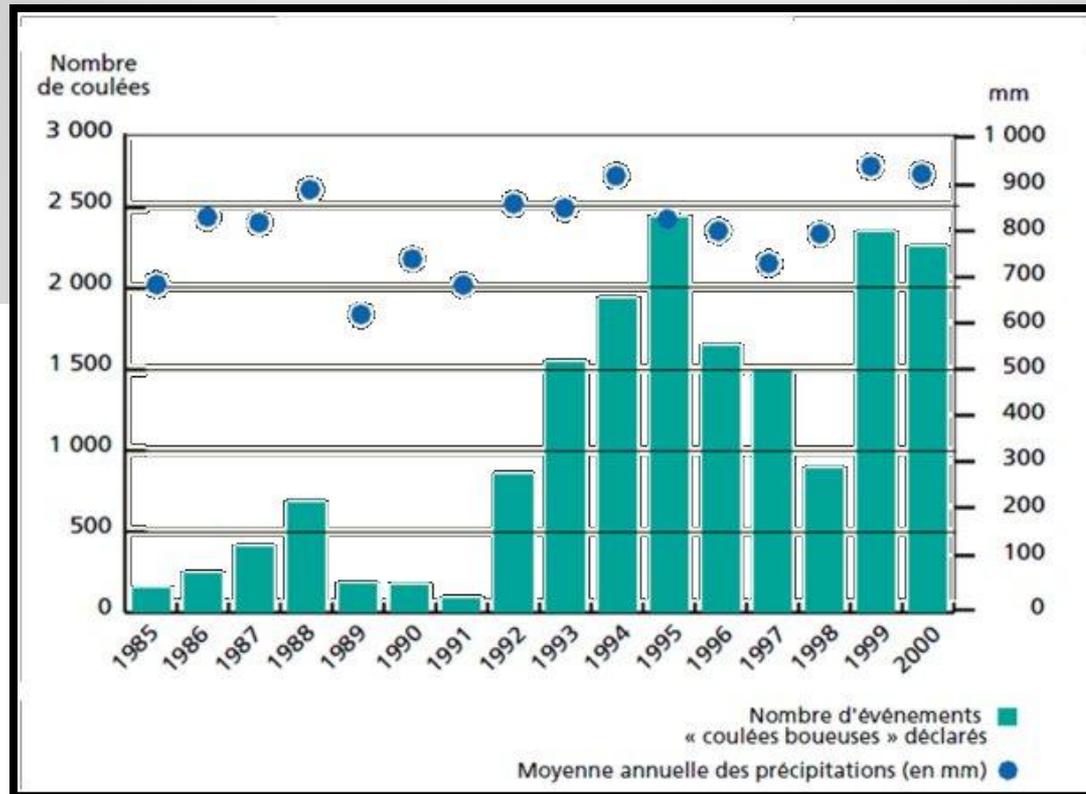
- Dégradations des voiries
- Mise en danger des usagers
- Perte de rendements

Impacts environnementaux

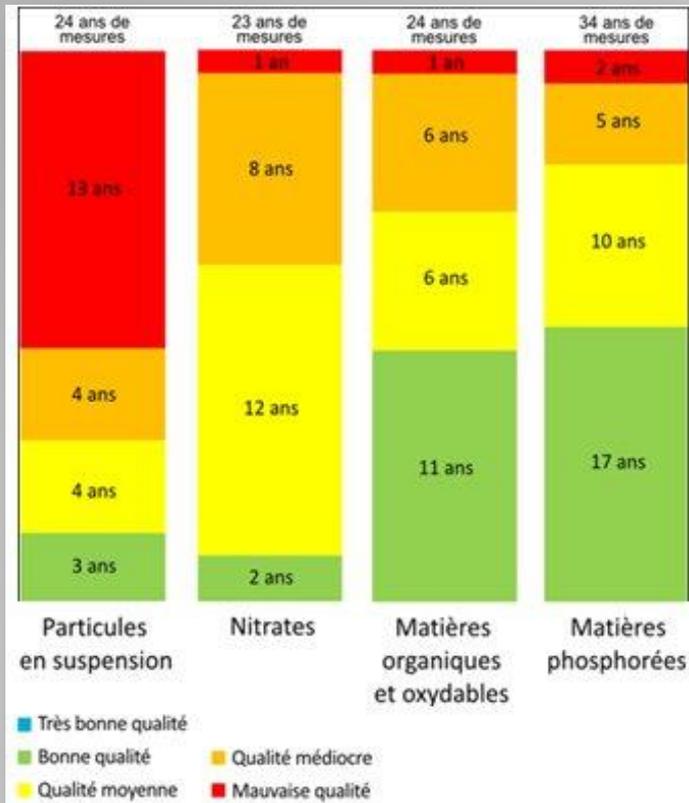
- Altération de la qualité des eaux
- Modification de la biodiversité
- Uniformisation des milieux
- Perte de biodiversité

Évolution du nombre annuel de coulées boueuses déclarées en catastrophe naturelle et des précipitations entre 1985 et 2000.

Données Medd (DPPR), base Corinte – Inra.



Quatre plus mauvais critères de qualité de la Lèze (Midi-Pyrénées). Données annuelles, selon la méthode SEQ-eau à Labarthe sur Lèze.



eutrophisation

Pertes sélectives par érosion en nappe sur une pente de 7 % à
Adiopodoumé en fonction du couvert végétal (Côte d'Ivoire) (d'après Roose, 1977)

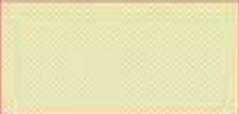
| | Erosion totale (kg/ha/an) | | |
|----------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| | Forêt | Culture | Sol nu |
| Carbone total | 26,4 | 855,6 | 2 725 |
| Azote total | 3,5 | 98,3 | 259 |
| Phosphore total | 0,5 | 28,5 | 111 |
| CaO échangeable | 3,0 | 49,9 | 113 |
| MgO échangeable | 2,2 | 29,0 | 45 |
| K ₂ O échangeable | 1,2 | 17,7 | 35 |
| Na ₂ O échangeable | 0,6 | 9,5 | 15 |
| Ca total | 3,7 | 57,1 | 139 |
| MgO total | 2,3 | 39,0 | 78 |
| K ₂ O total | 1,3 | 35,1 | 87 |
| Na ₂ O total | 0,6 | 12,6 | 27 |
| Argile 0-2 microns | 64,5 | 5 142 | 18 275 |
| Limons 2-50 microns | 33,8 | 2 179 | 7 115 |
| Sable fin 50-200 microns | 1,7 | 5 174 | 23 135 |
| Sable grossier 200-2000 | 0 | 19 305 | 89 375 |
| Erosion totale t/ha | 0,11 | 32 | 138 |
| Ruissellement m ³ /ha | 210 | 5 250 | 6 300 |

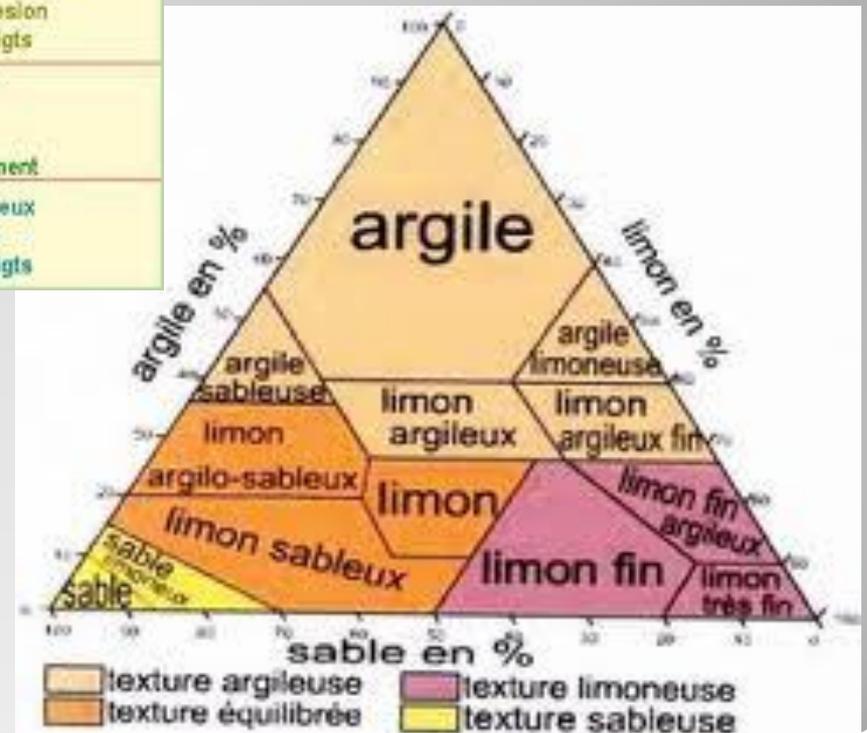
Perte de M.O. = fragilisation des sols

1. La MO contribue à la **stabilité structurale** du sol permettant, d'améliorer la capacité de rétention en eau, limiter la compaction du sol, permet la circulation de l'air.
2. sa minéralisation par les organismes vivants entretient la **fertilité du sol** et donc **produit de la biomasse**
3. elle assure le **pouvoir fixateur et tampon** du sol, contribuant ainsi à limiter la diffusion de la contamination du sol dans l'eau (ex : certains pesticides) .
4. elle contribue à la **régulation de l'effet de serre** en stockant le carbone.

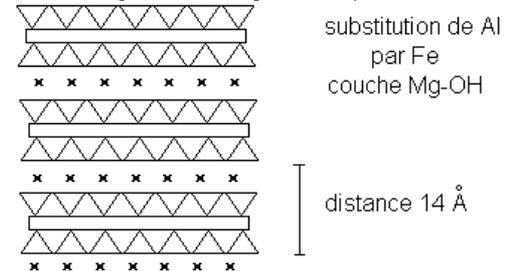
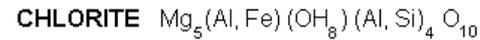
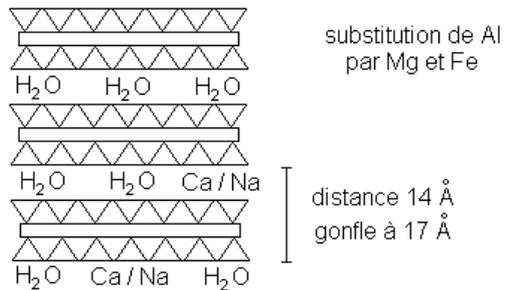
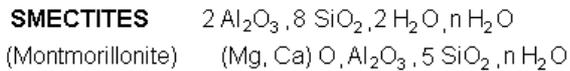
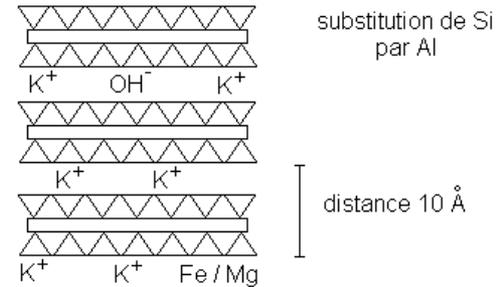
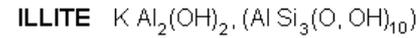
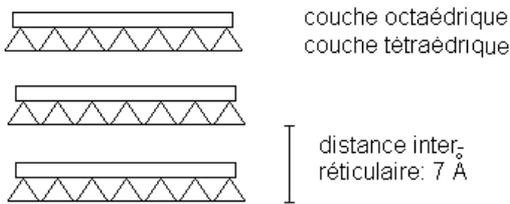
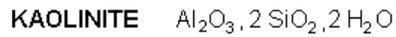
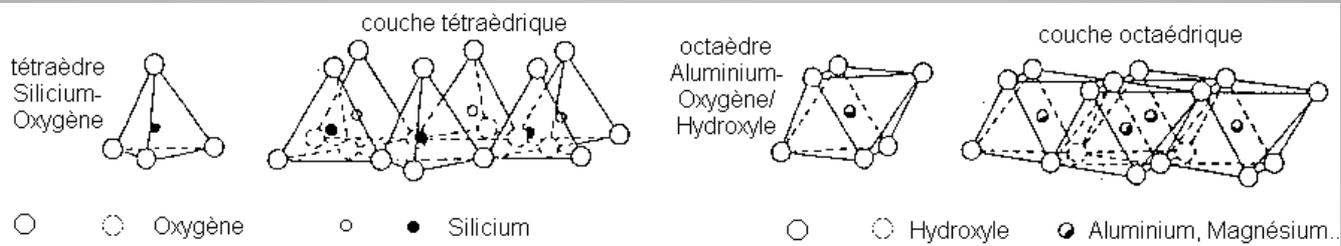
MO et Propriétés fondamentales des sols

A. Texture

| | Taille des éléments | | Propriétés |
|---------------------|---|--------------------|---|
| Pierres et cailloux |  | > 2 mm | Les fractions grossières réduisent la capacité nutritive et améliorent le drainage |
| Sable |  | De 0,05 à 2 mm | <ul style="list-style-type: none"> - toucher rude et abrasif - pas de bonne cohésion - ne salit pas les doigts |
| Limon |  | De 0,05 à 0,002 mm | <ul style="list-style-type: none"> - toucher onctueux - bonne cohésion - salit les doigts - sensible au tassement |
| Argile |  | < 0,002 mm | <ul style="list-style-type: none"> - toucher très onctueux - sensation collante - ne salit pas les doigts |



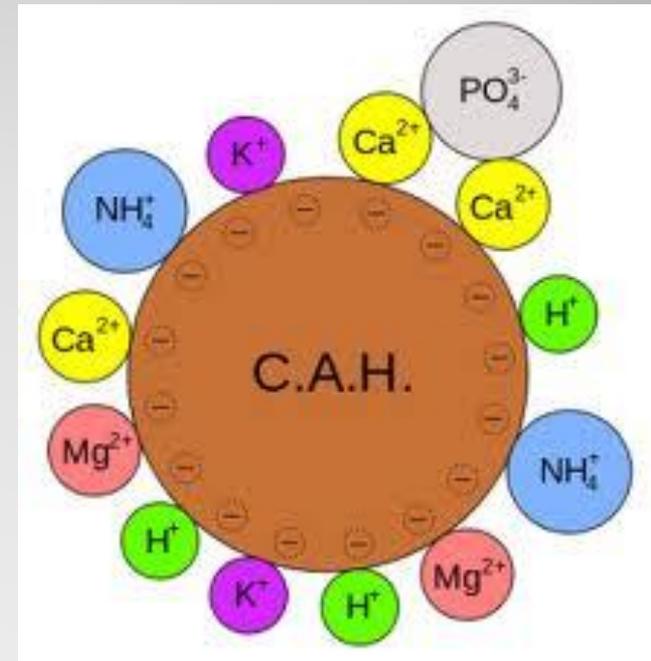
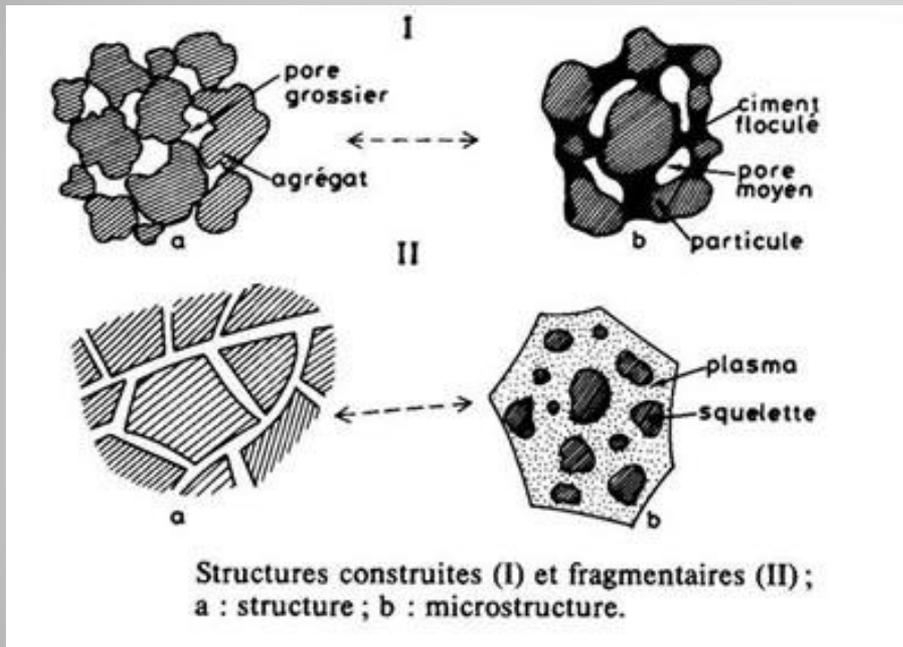
Les Argiles (fraction minérale du sol)



B. La structure dépend de la présence du complexe argilo-humique :
Argiles + composés humiques organisés en agrégats

Une bonne structure garanti :

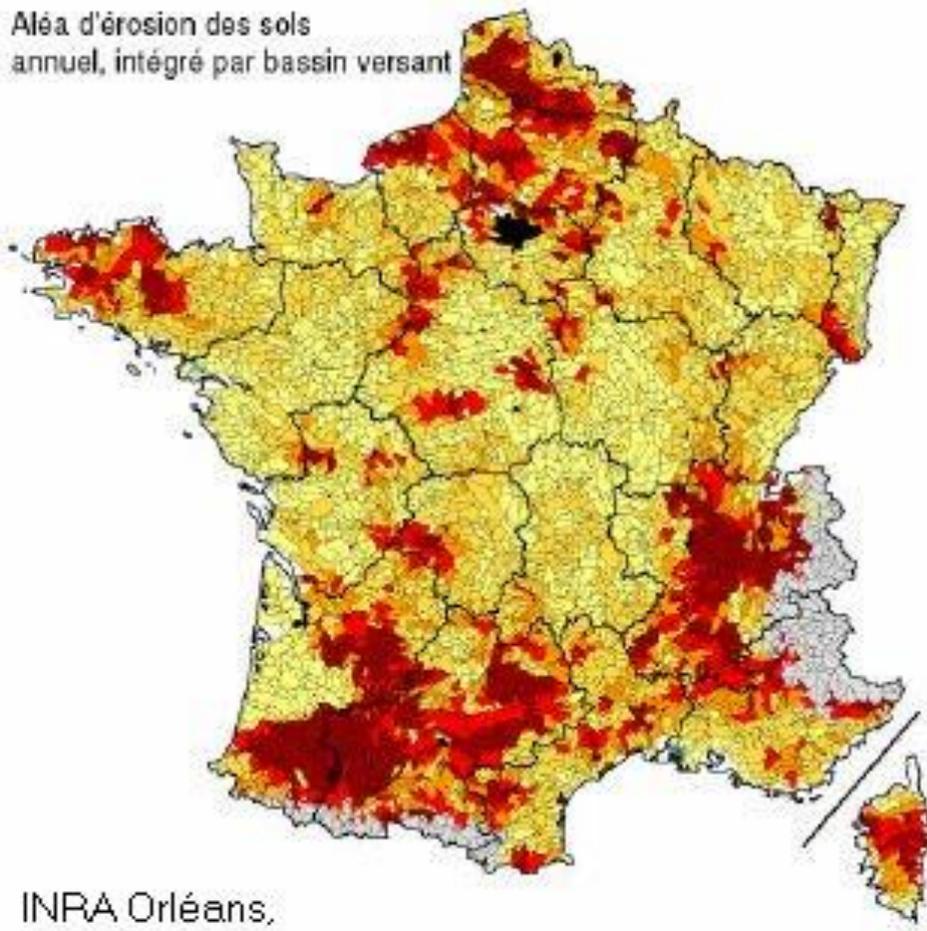
- la porosité qui défini la capacité de rétention d'eau utile et
- l'aération du sol,
- la capacité d'échange cationique



- La croissance des pertes chimiques est presque parallèle à celle des pertes en terre: elle est donc fonction inverse du couvert végétal.
- L'érosion ayant des répercussions à court et moyen terme, il faut distinguer les éléments nutritifs directement assimilables (échangeables) de ceux inclus dans les réserves minérales.
- La migration du carbone et du phosphore se fait essentiellement sous forme solide (terre de fond et suspension). Par contre, la migration de l'azote, des bases totales et surtout des bases assimilables, se fait exclusivement en solution.

Probabilité d'érosion des sols en France

Aléa d'érosion des sols
annuel, intégré par bassin versant



INRA Orléans.

2. remèdes et prévention en zone de grande culture

- L'aspect agronomique (préventif) en priorité, qui englobe les techniques culturales puisque toute modification de la structure du sol entraîne une variation de sa stabilité dans le temps et de son comportement vis à vis des précipitations.
- L'aspect hydraulique (curatif) : aménagements divers.

1. Les mesures agronomiques

A- La simplification du travail du sol : le non labour

B- Le paillage et le non déchaumage

C- Les cultures intermédiaires les cultures destinées à être récoltées (ne laissent pas le sol nu)

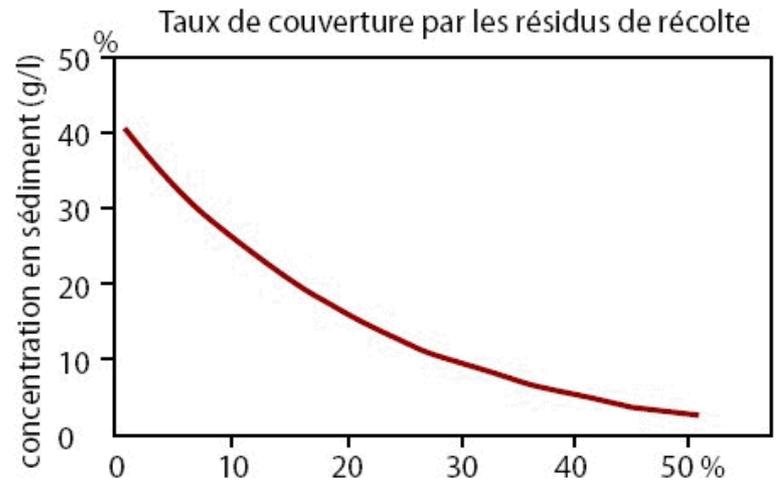
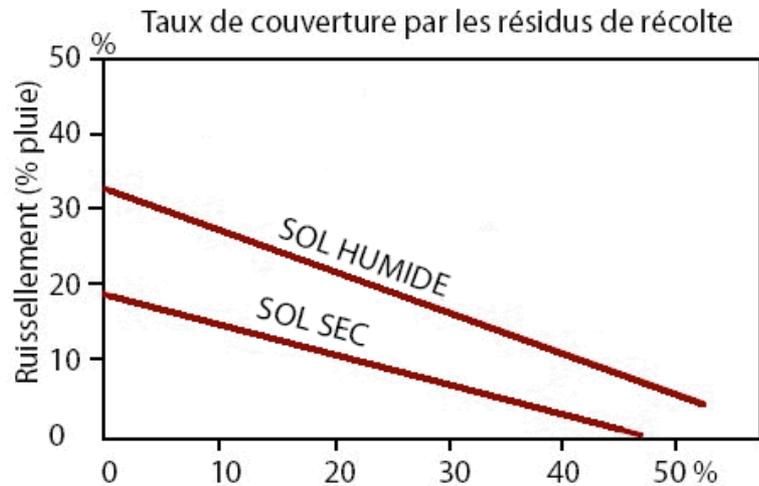
D- Les engrais verts destinés à être enfouis pour améliorer les propriétés physiques

A- La simplification du travail du sol : le non labour

B- Le paillage et le non déchaumage

Effet retardant sur le ruissellement

| | Tonnes par hectares de résidus | |
|-----------------------------------|--------------------------------|----------|
| | 0 | 2.5 |
| Ruissellement: hauteur total (mm) | 84 | 51 |
| Vitesse (m/s * 1000) | 2,2 | 0,6 |
| Concentration en terre (g/l) | 38 | 7 |
| Perte en terre (Tonne/ha) | 33 | 4 |



Les engrais verts

- Avantages multiples:
- - ils contribuent au maintien des sols au niveau des ruptures de pente ou des zones de concentration, à condition de choisir des variétés à système racinaire puissant
- - ils améliorent la décomposition des résidus de récolte en favorisant l'activité microbienne et biologique du sol
- - ils divisent le sol par leurs racines et utilisent les reliquats d'azote à l'automne (diminution de la pollution azotée des eaux)
- - ils laissent le sol dans un état favorable pour la récolte suivante
- - ils demandent peu de temps de travail et peu de moyens financiers et améliorent très nettement les rendements.

2- Les mesures hydrauliques

- limiter la concentration du ruissellement
- organiser l'écoulement des eaux
- protéger les zones où les inondations et les dépôts intempestifs provoqueraient des dégâts importants.

Ingénierie écologique : Installations de haies, talus, sens du travail du sol.... Conception globale du bassin versant (exemple de la Normandie).

UNITE FONCTIONNELLE A
comprend les éléments (1) à (5)

(1) = parcelle recevant l'eau de pluie (et éventuellement de parcelles amont)

(2) = talus dans la pente arrêtant les particules érodées et l'eau de ruissellement

(3) = talus avec fossé dans l'axe colluvial drainant cette eau et celle de (4) et (5)

UNITE B = UNITE A + (6) et (7)

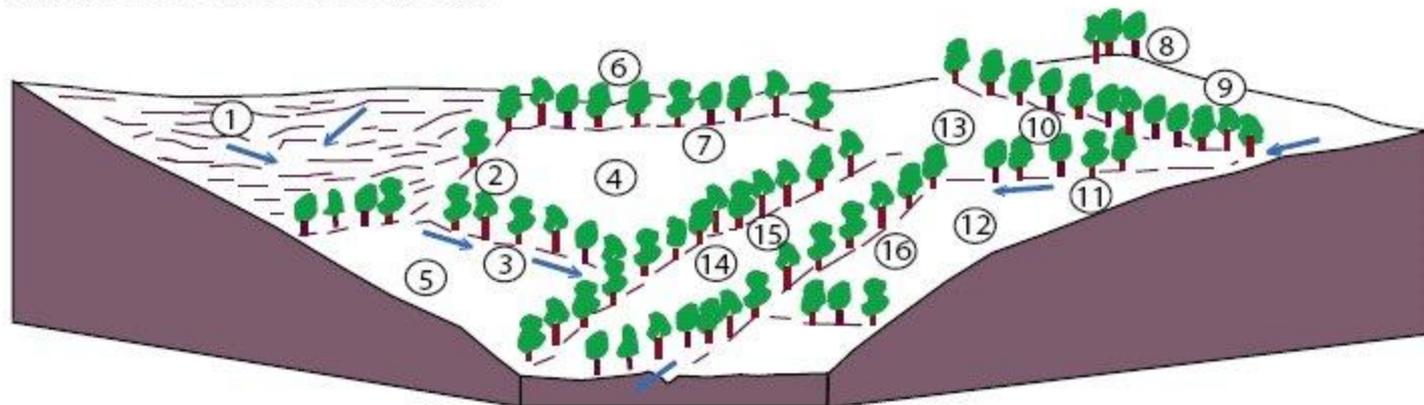
(7) = talus rôle équivalent à (2)

UNITE C = ELEMENTS (9) à (13)

(10) = talus en limite de plateau empêchant les ruissellements sur le versant

(11) = axe colluvial

(8) aucun rôle hydraulique



La désertification

Au Sahel



Causes principales

Au Sahel :

- Fixation de populations nomades autour de points d'eau
- Mise en place de structures sociales (écoles, dispensaires...)

⇒ induisent le surpâturage et la consommation accrue de bois (cuisine et chauffage).

Au nord (Maghreb) :

- surpâturage par les caprins inhibe la régénération forestière
- Emondage et coupes (bois de chauffe)

Dans tous les cas

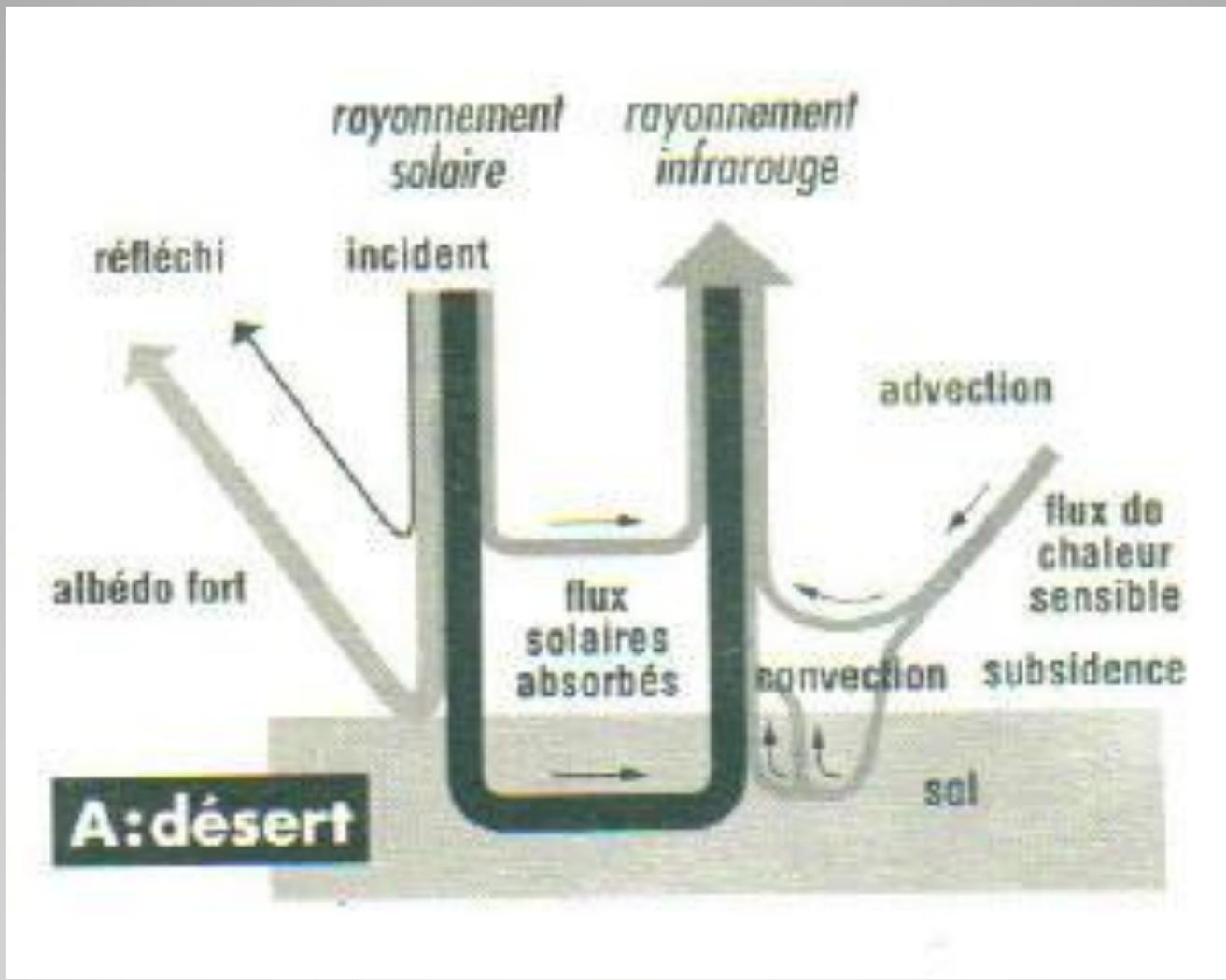
La transition démographique mal gérée et les changements climatiques

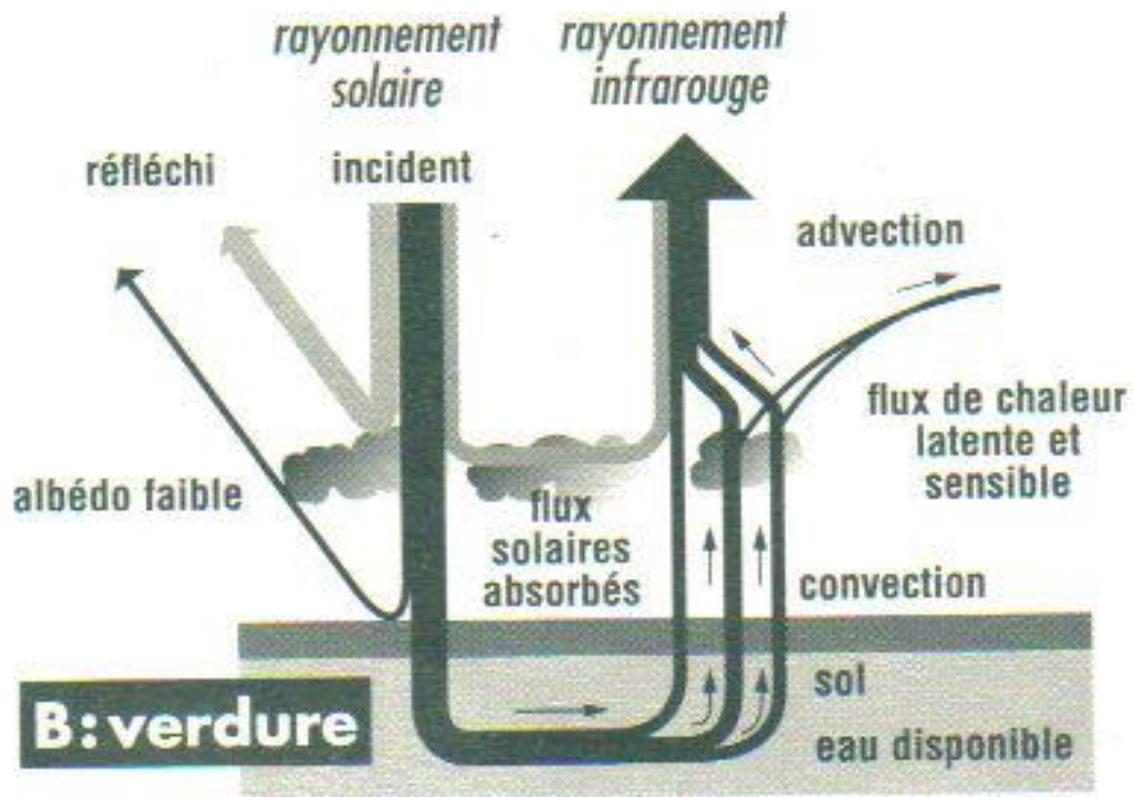
Sahara nord occidental
(sud Maroc 50 à 100 mm
de pluie/an)



Moyen et Haut Atlas
Marocain (Jbel Ayachi,
3750 m). Faciès à Cèdres
mourants







d'après Kandell et Courrel, in F. Ramade, 1987.

Dans le Bassin du Congo et dans la moitié orientale du Brésil sur le bassin de l'Amazone, 75 à 80 % des pluies proviennent de la vapeur d'eau produite par l'évapotranspiration de la biomasse forestière.

Les forêts en zones subtropicales et tropicales jouent un rôle de séquestration de l'eau (à l'image du carbone). Leur défrichage induit une aridification du climat local.

La destruction intégrale de la forêt amazonienne pourrait conduire à une végétation de type steppique (aride).

⇒ En milieu aride et semi-aride, la désertification est la résultante de facteurs multiples. **Perte de couverture végétale par mauvaise gestion des ressources (érosion des sols) et des populations. Les changements climatiques**

Les milieux insulaires

La déforestation totale de L'Islande par les Vikings a provoqué la mise en place du plus grand désert Européen.

Les iles grecques et la Crète présentent des faciès de désertification

L'île de Pâques est actuellement un désert de biodiversité.



Les milieux continentaux

Aucun continent n'est à l'abri de la désertification.

Afrique : 37% des zones arides du monde. Sur ce continent, environ 66% des terres sont des déserts ou des terres arides.

Asie, qui compte 33% des zones arides de la planète.

En Europe:

- Espagne (Tabernas, Bardenas Reales)
- Italie, Portugal, Turquie connaissent aussi des problèmes de désertification. Mais c'est surtout une uniformisation biologique par suite d'incendies (écobuage) et érosion (tronquage) des sols: plaine de la Crau, garrigues à chêne Kermès, Sardaigne, Grèce continentale etc...

Les milieux continentaux

Désert de Tabernas (Province d'Almeria, Espagne)



Les milieux continentaux

Désert de Tabernas (Province d'Almeria, Espagne)



Les milieux continentaux

Désert de Bardenas Reales (Navarre, Espagne)



Autre causes : l'irrigation à ciel ouvert en milieu (semi) aride :
Disparition de la mer d'Aral (Kazakhstan, Ouzbékistan)

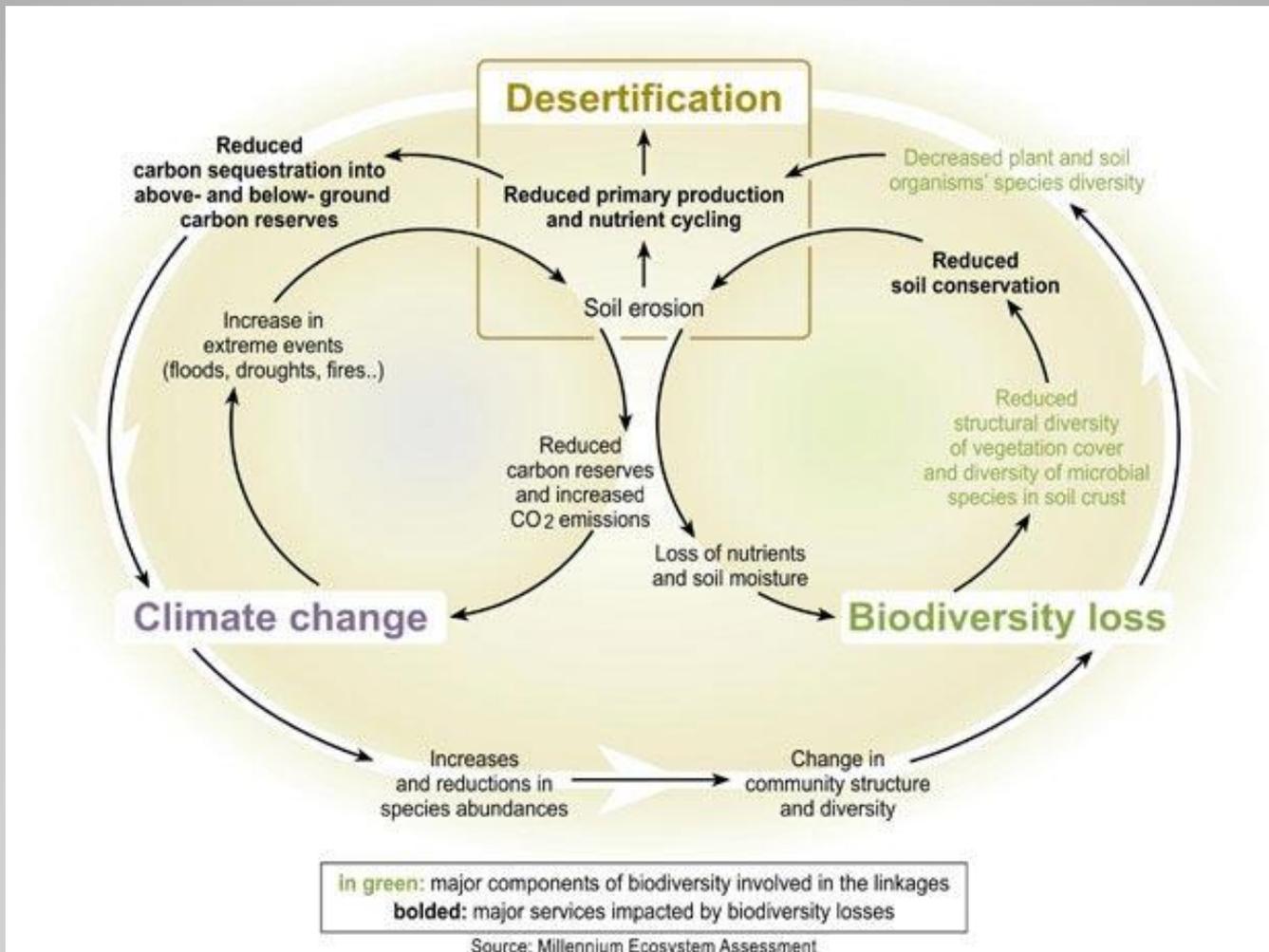


1989



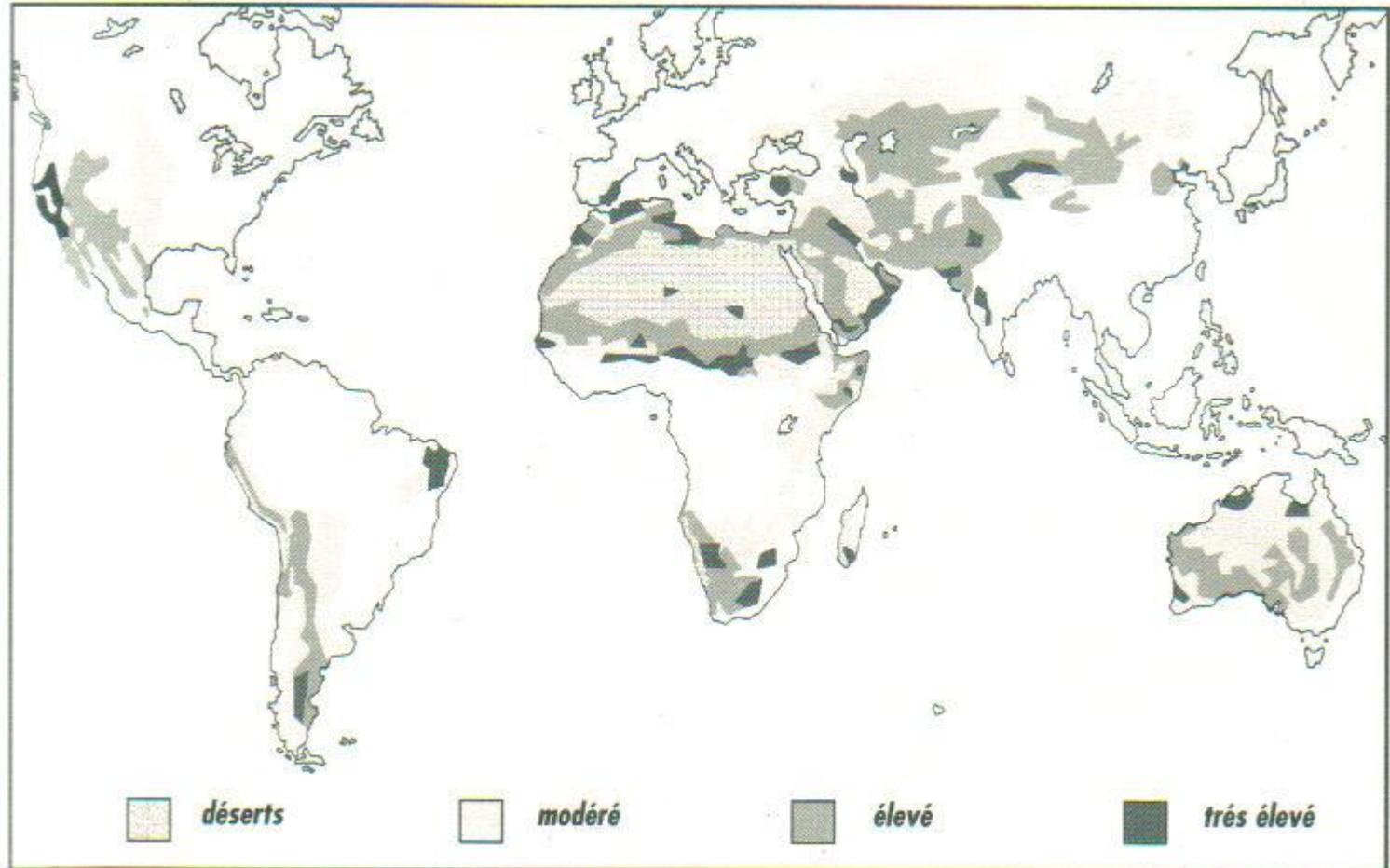
2008





Carte des risques de désertification dans le monde

(d'après F. Ramade, Université Paris – sud Orsay)



F. Ramade, 1987