



Matières organiques : quelles perspectives ?

Fabienne Trolard^{1, 2} & Hélène Védie³

¹Inrae – UMR 1114 – Emmah – Avignon

²Académie d'agriculture de France – Paris

³GRAB - Avignon

Comment se forme la matière organique des sols ?

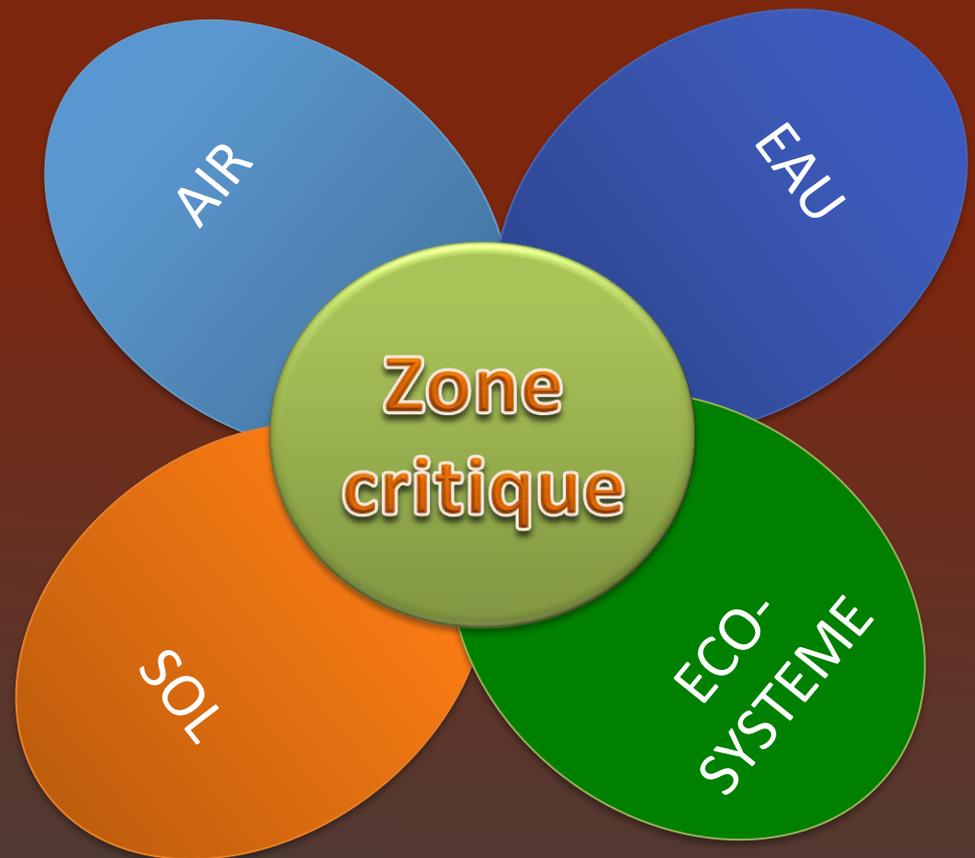
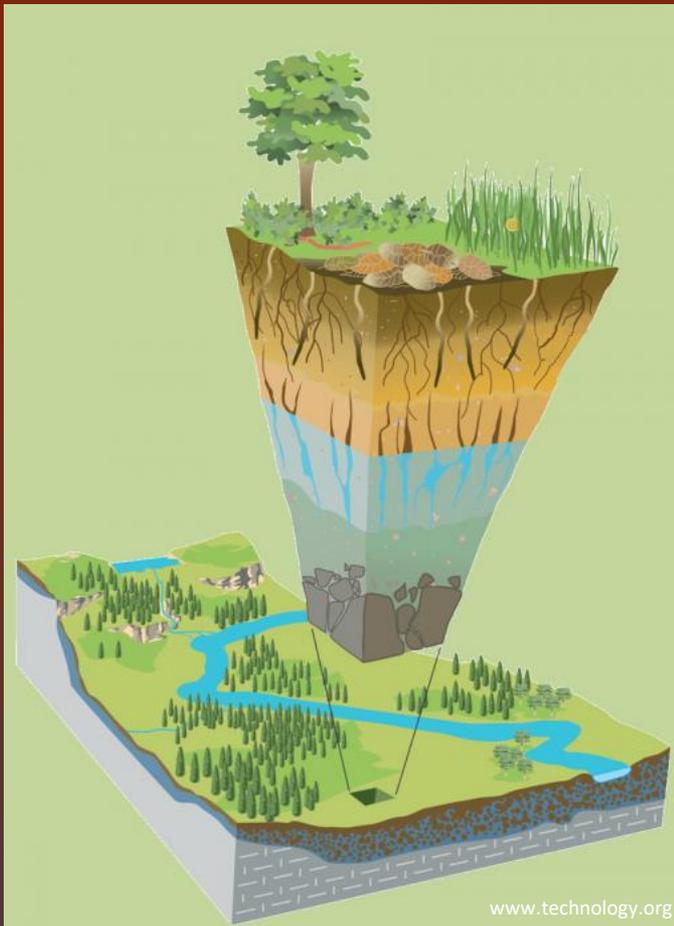


Ruellan

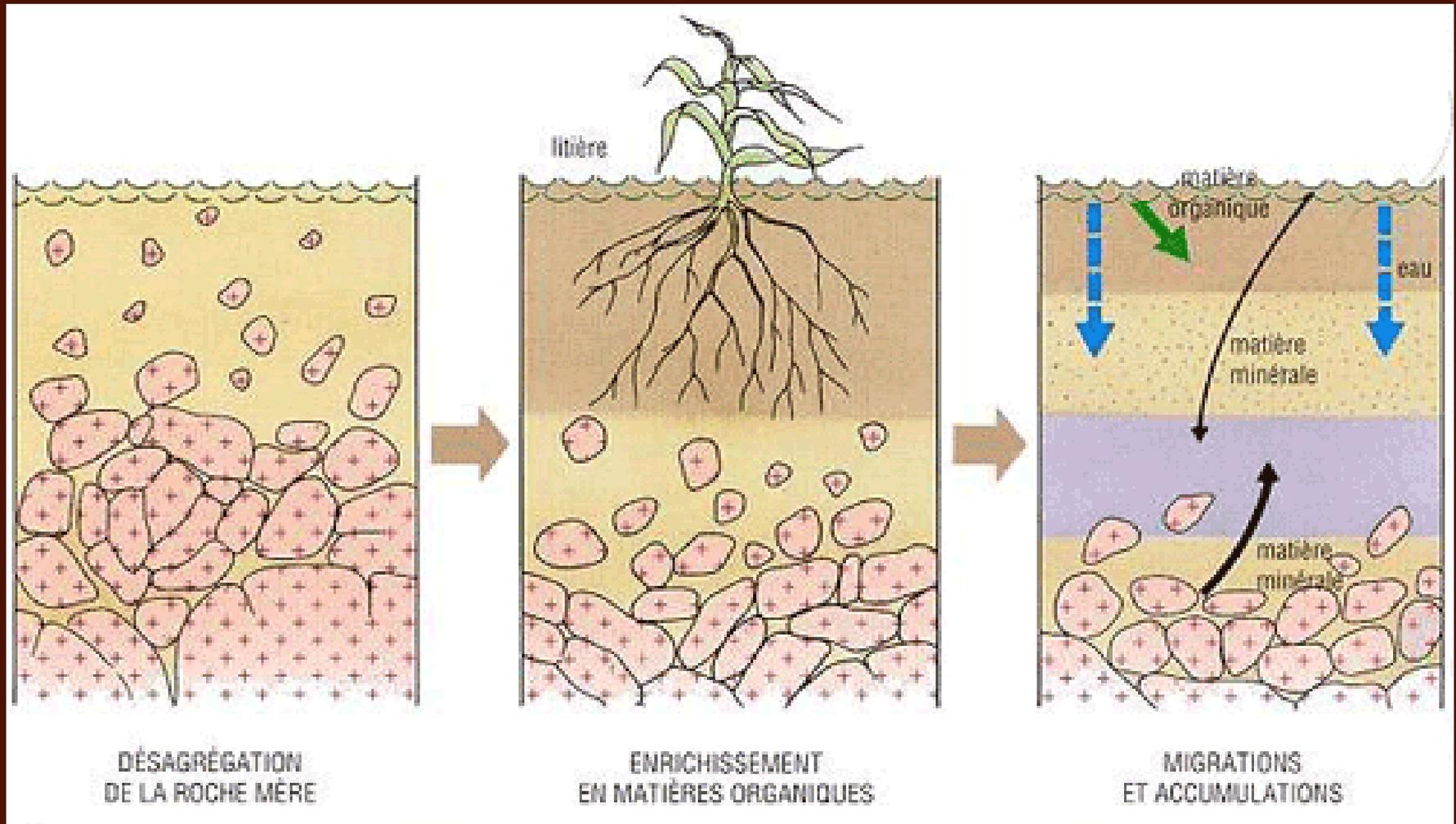


Trolard

Zone critique = support de la vie



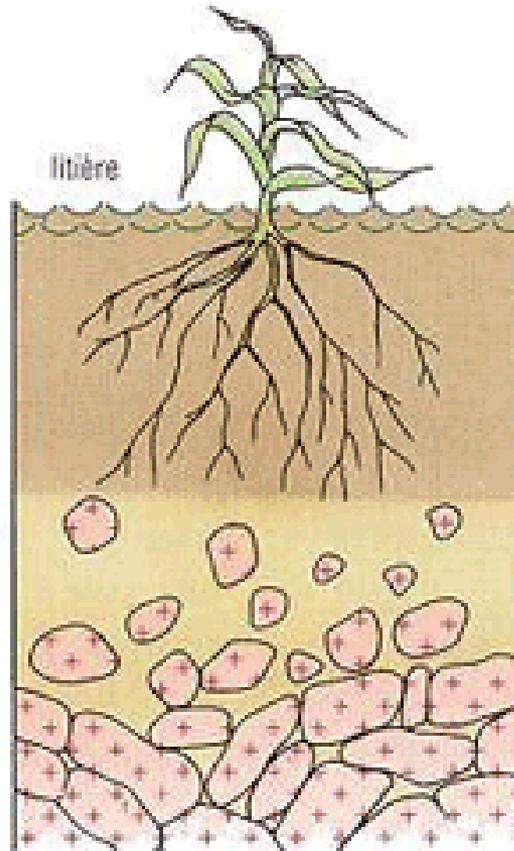
La fabrication d'un sol = une longue histoire



Deuxième étape : introduction du carbone

Atmosphère

- fixation de C
- stockage de C
- émission de C pour la nutrition minérale des plantes
- fixation dans le support sol

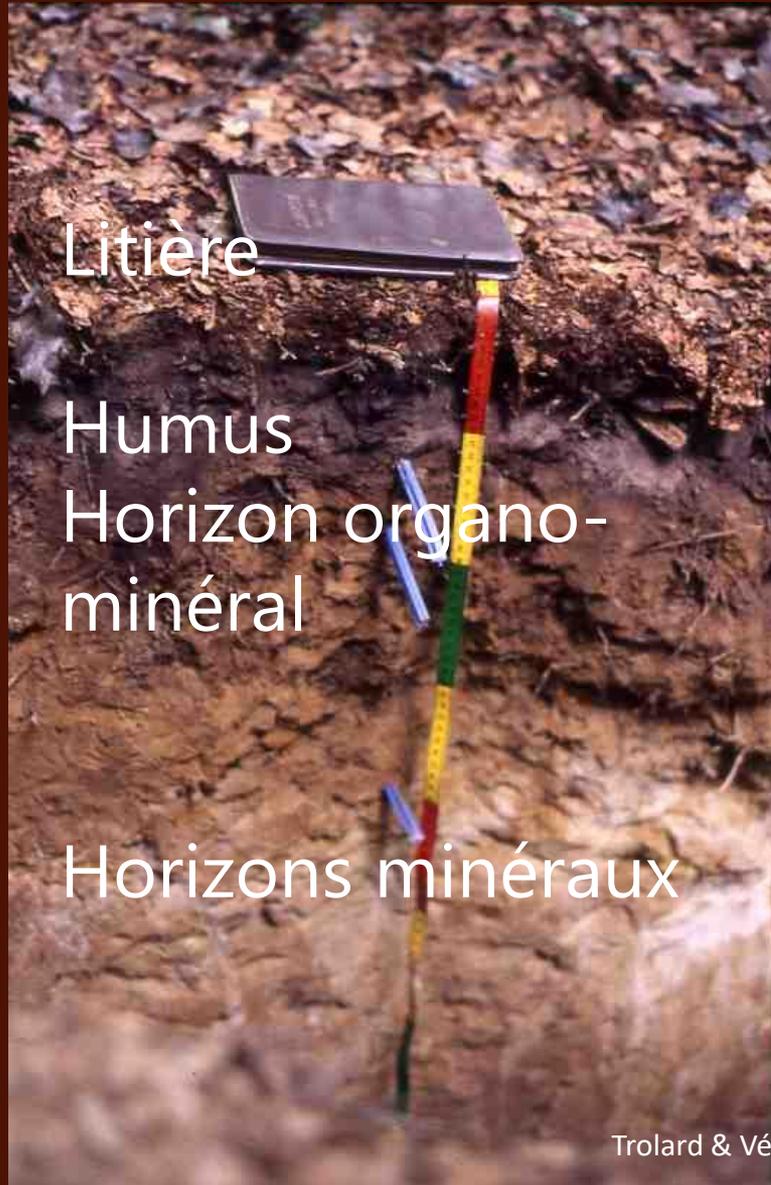


Sol
DÉSAGGREGATION
DE LA ROCHE MÈRE

ENRICHISSEMENT
EN MATIÈRES ORGANIQUES

MIGRATIONS
ET ACCUMULATIONS

Troisième étape : interactions physiques - chimiques - biologiques

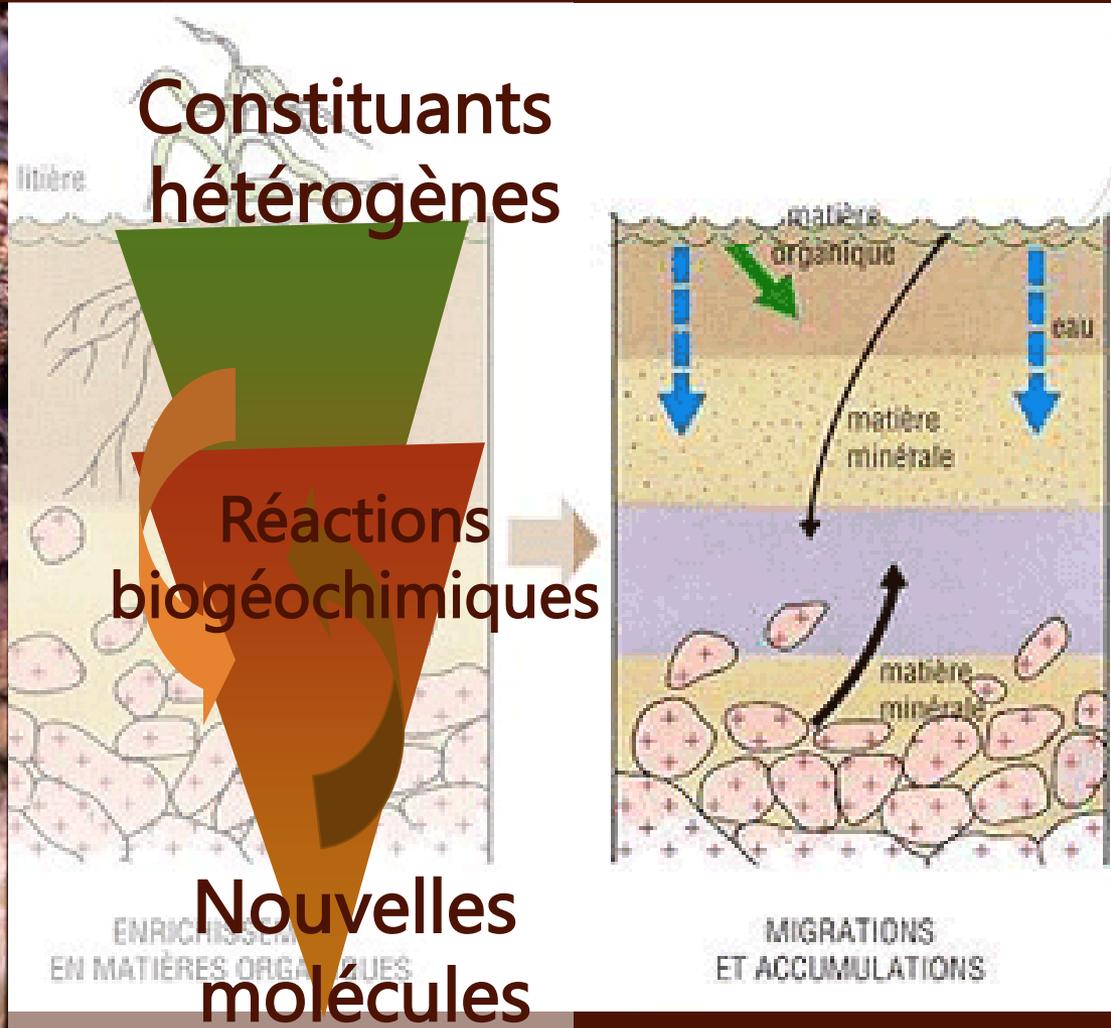


Litière

Humus

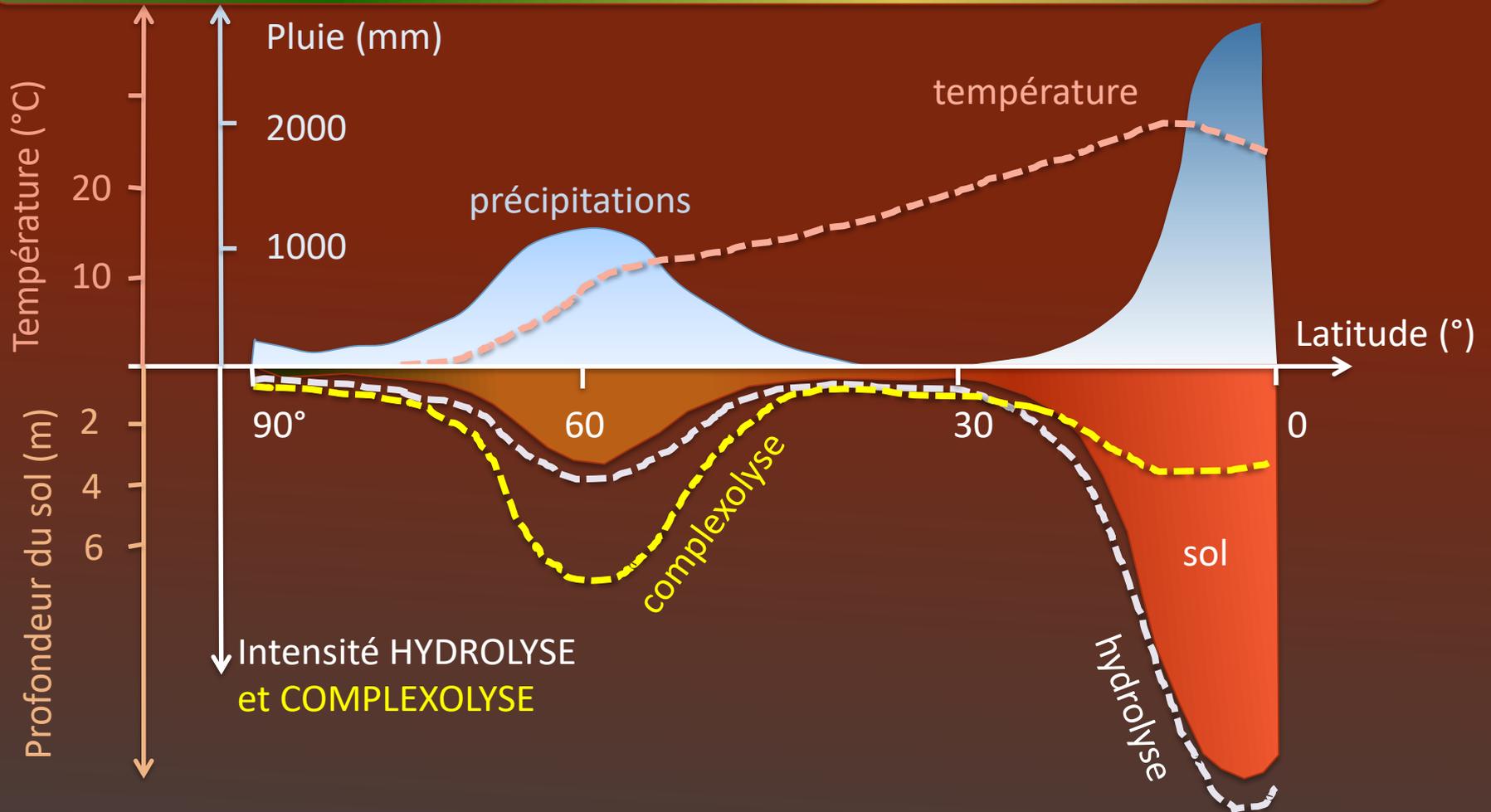
Horizon organo-minéral

Horizons minéraux



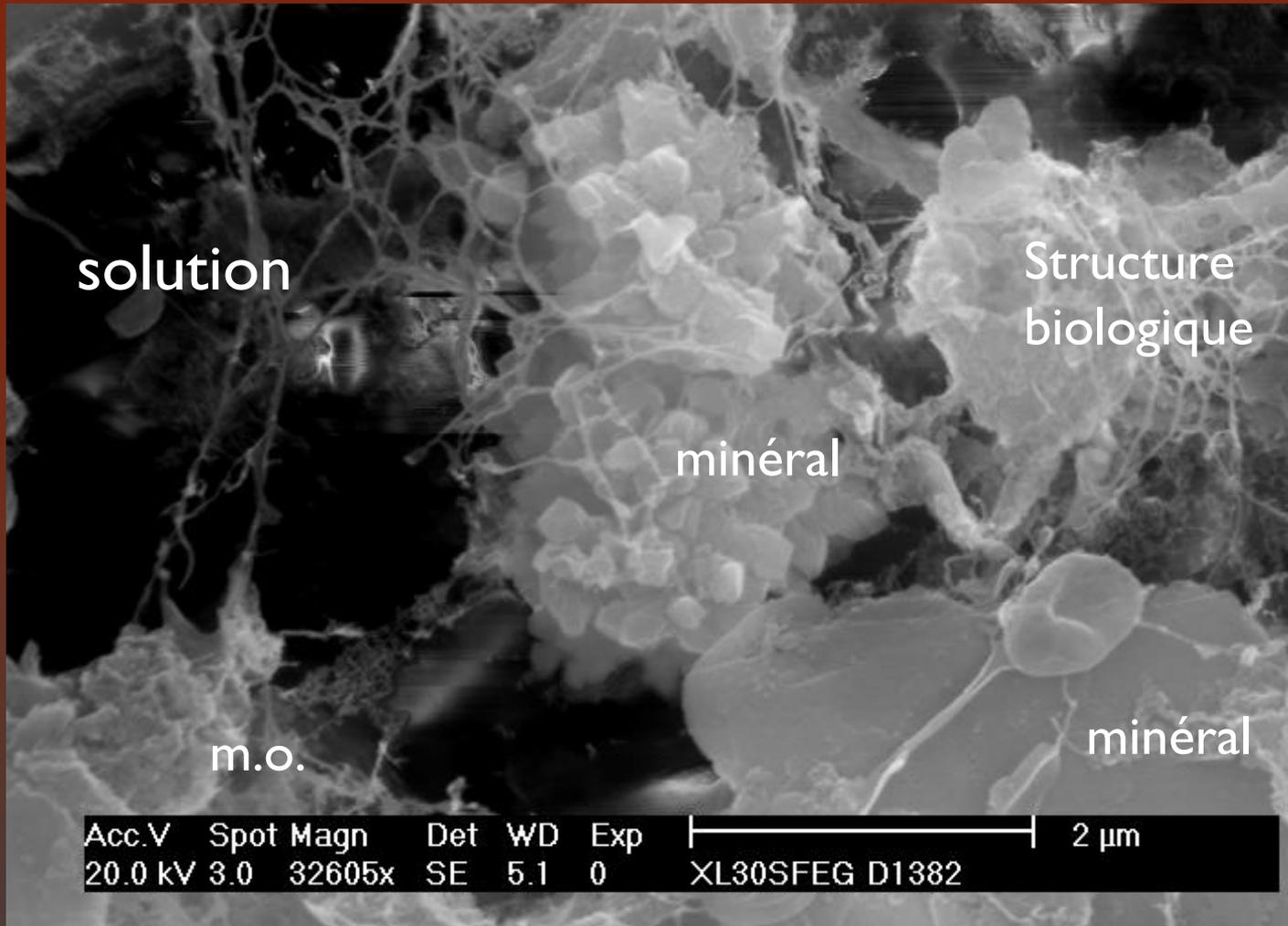
Distribution des sols

Ecosystèmes : Taïga
Tundra Forêt tempérée Steppe Désert Savane Forêt équatoriale



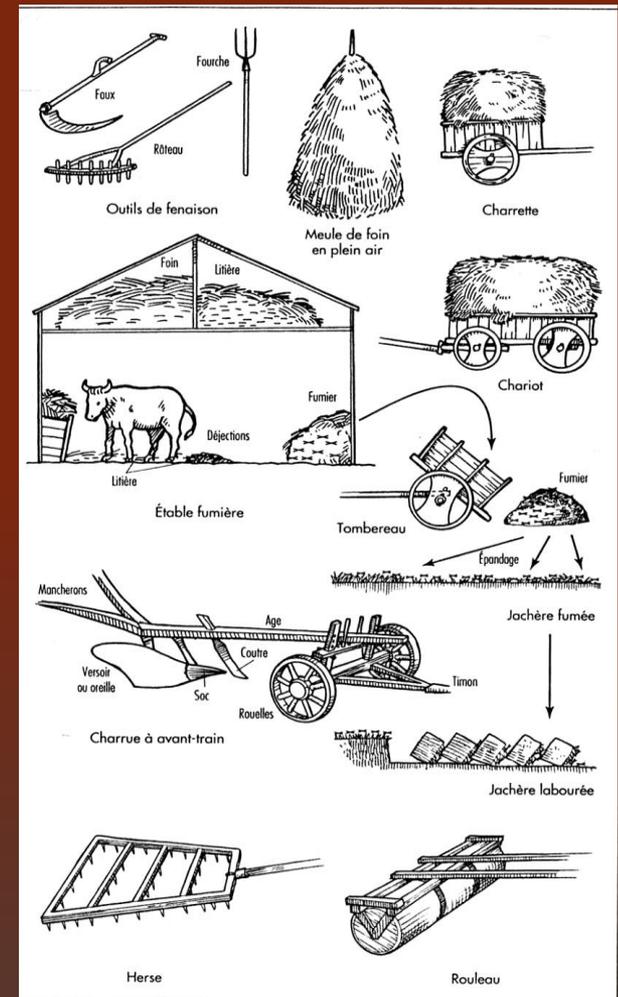
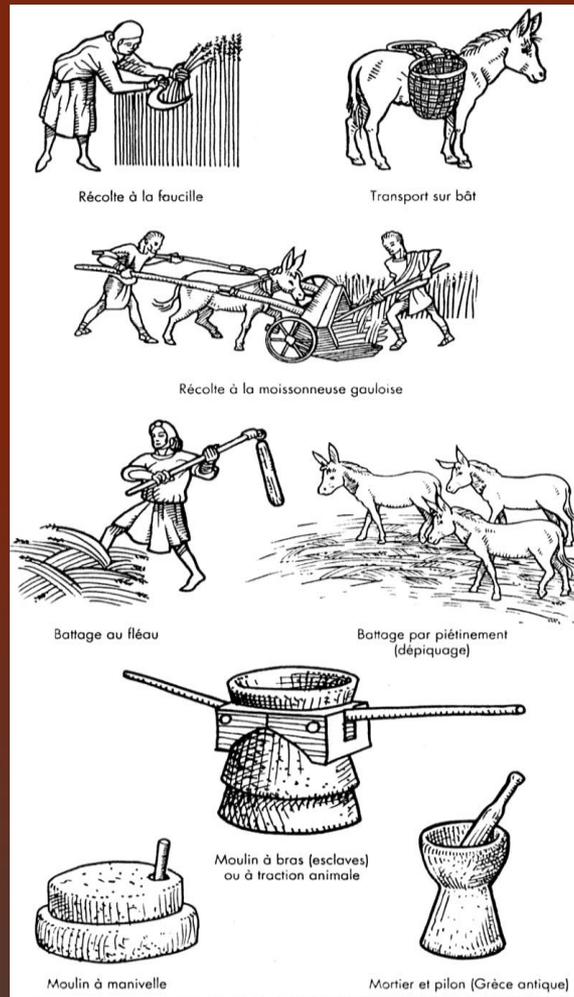
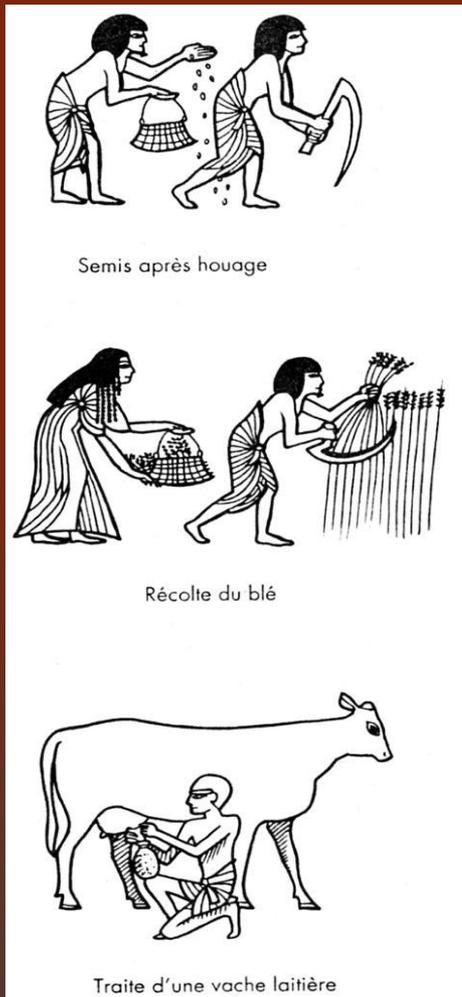
D'après Pédro et le WRB

Le sol vu au microscope



Trolard

-10 000 --> +1850 = Agriculture biologique



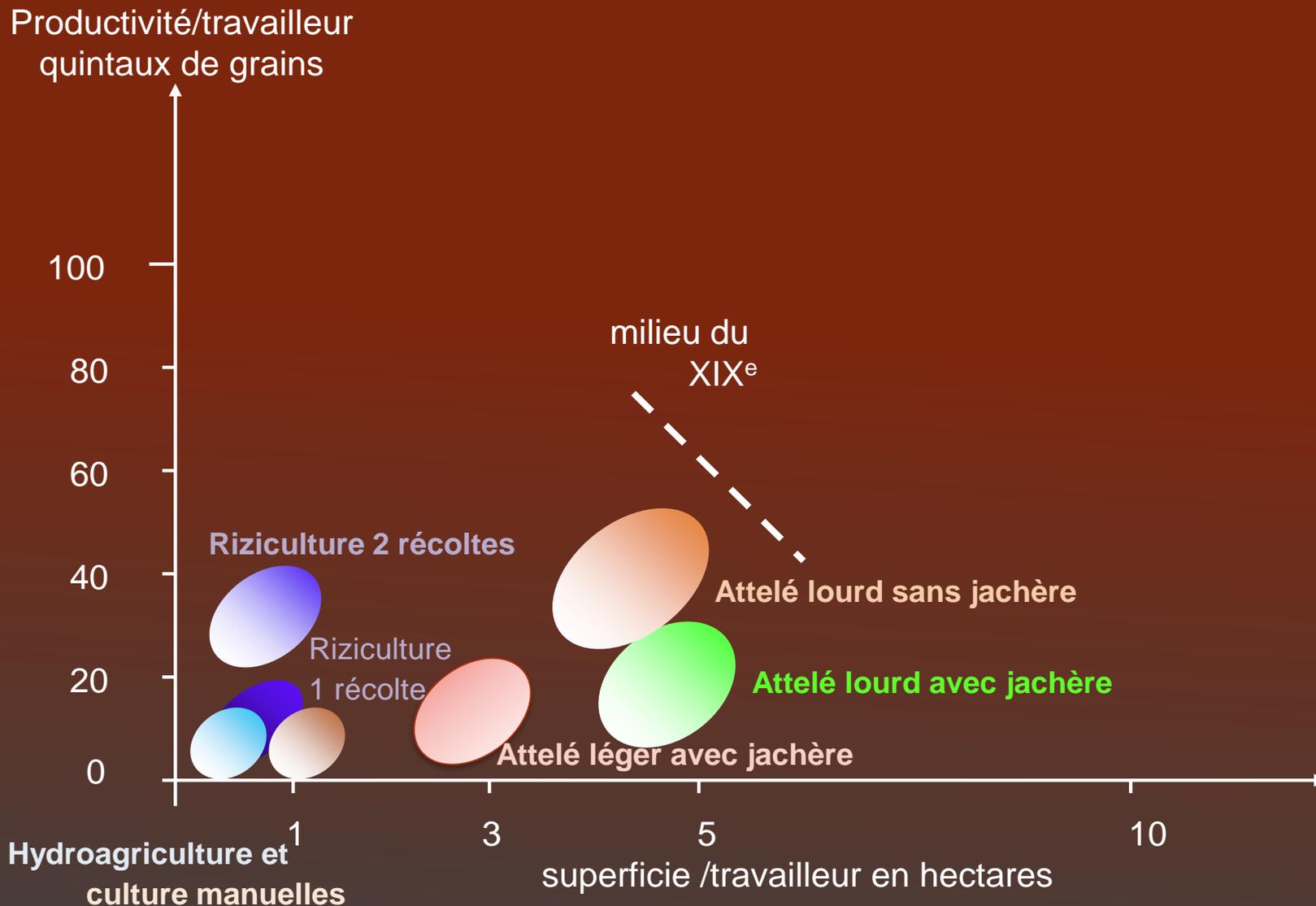
Agriculture manuelle >>>

Attelé léger

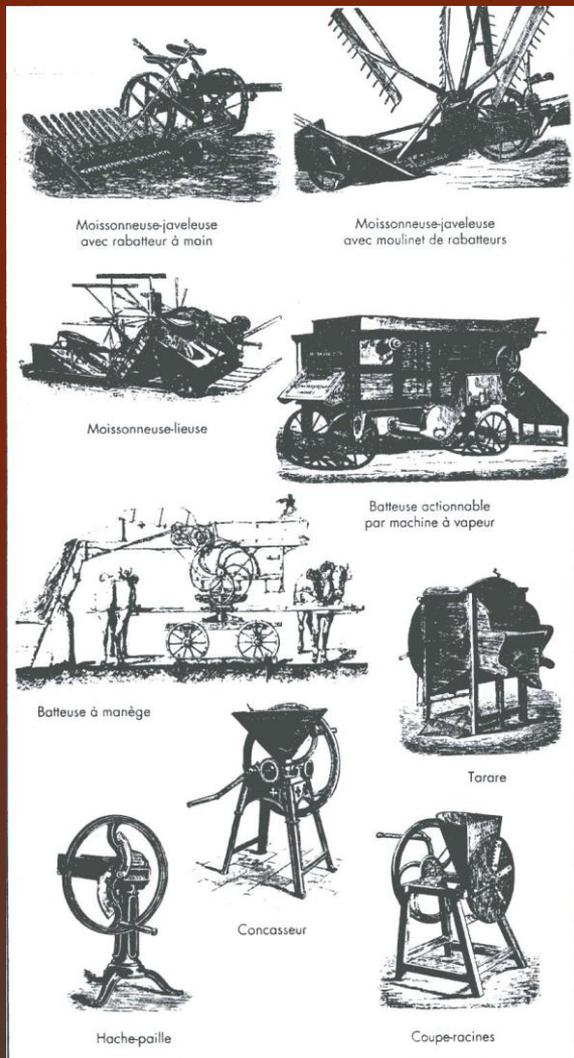
>>>

Attelé lourd

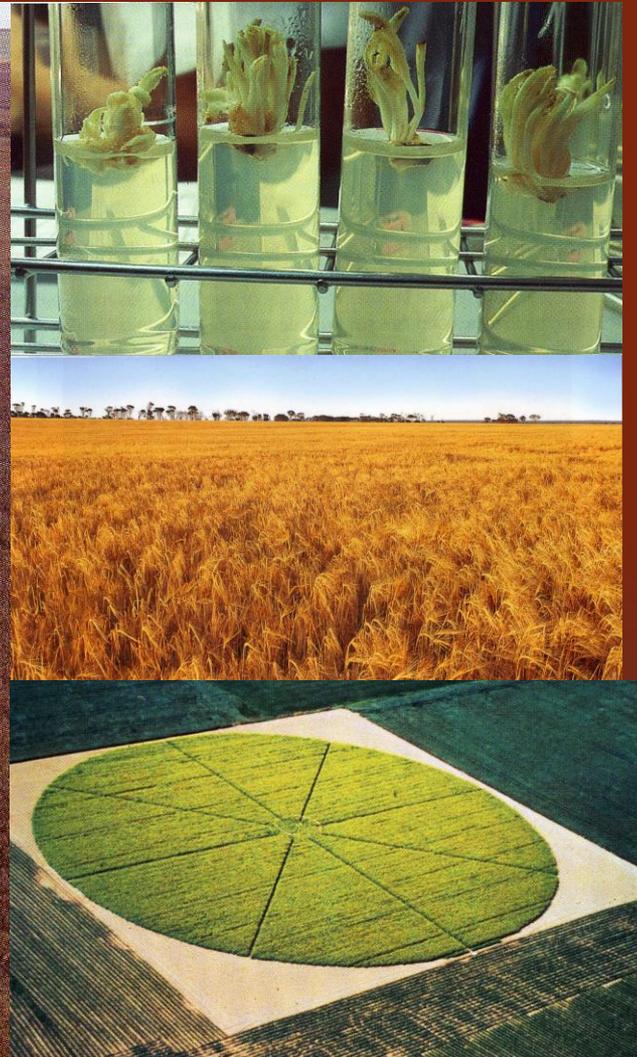
Force de travail - Rendement



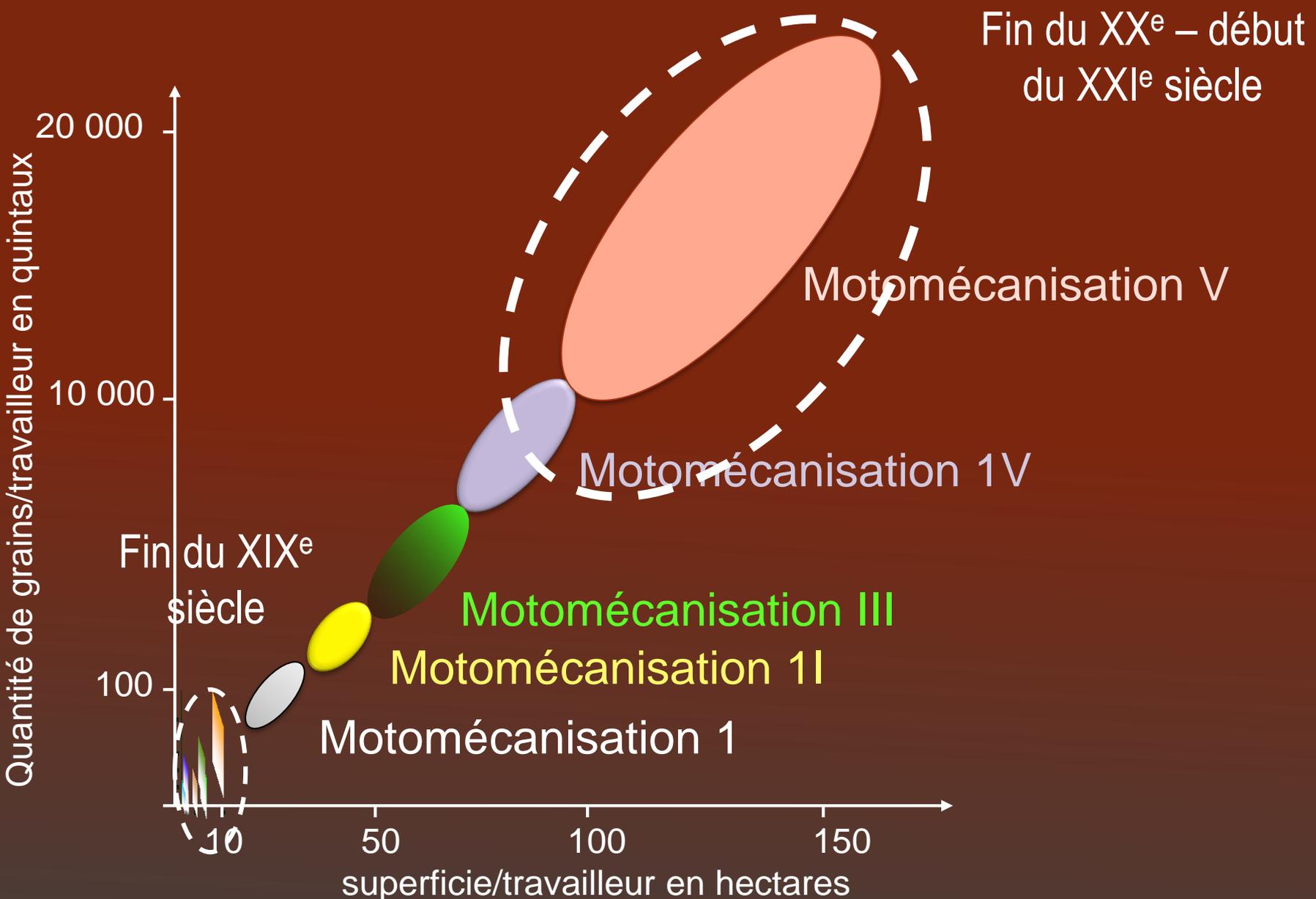
+ 1860 --> aujourd'hui = Agriculture minérale



Attelée lourde

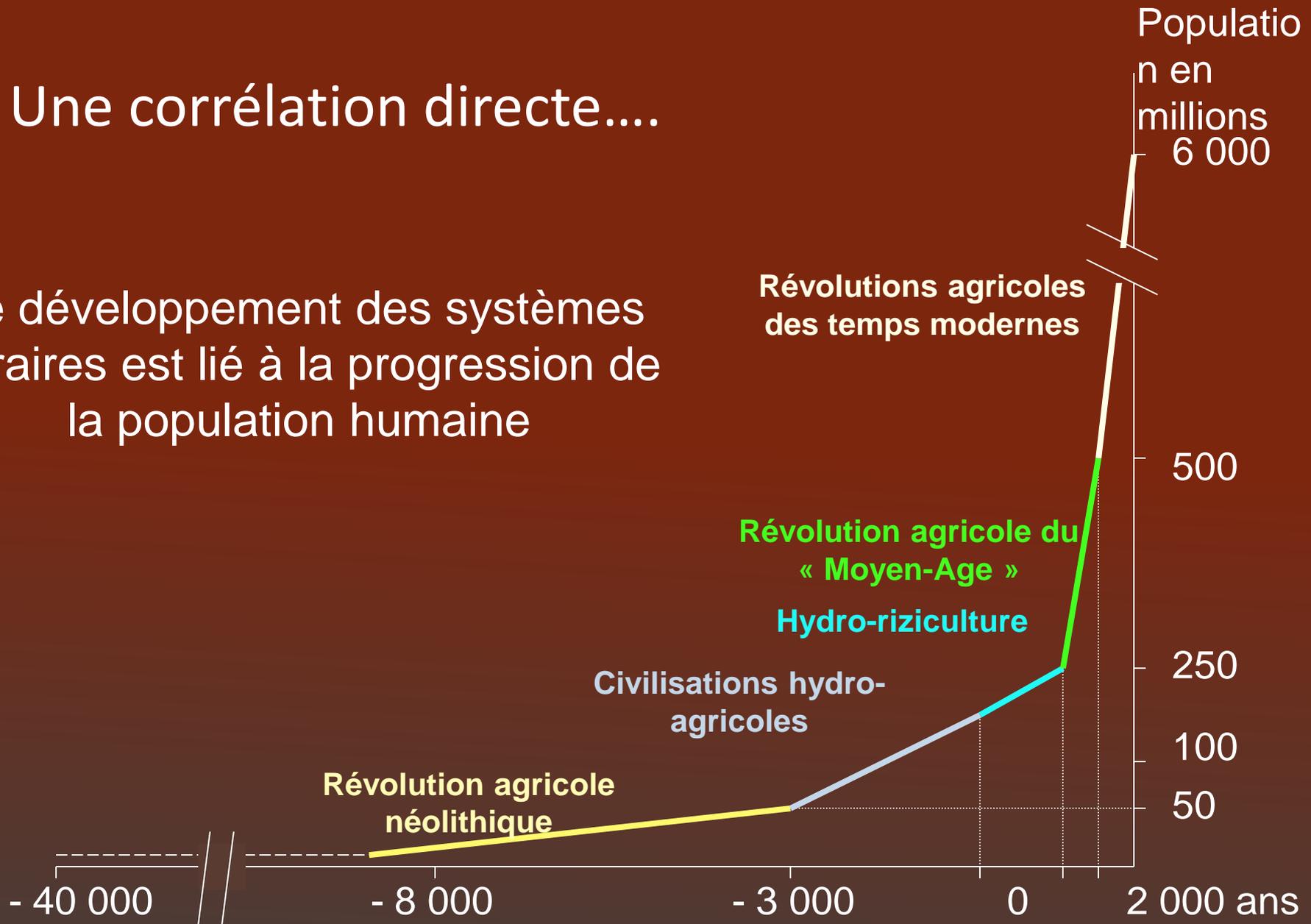


>>> mécanisation + amélioration génétique + engrais + xénobiotiques + irrigation

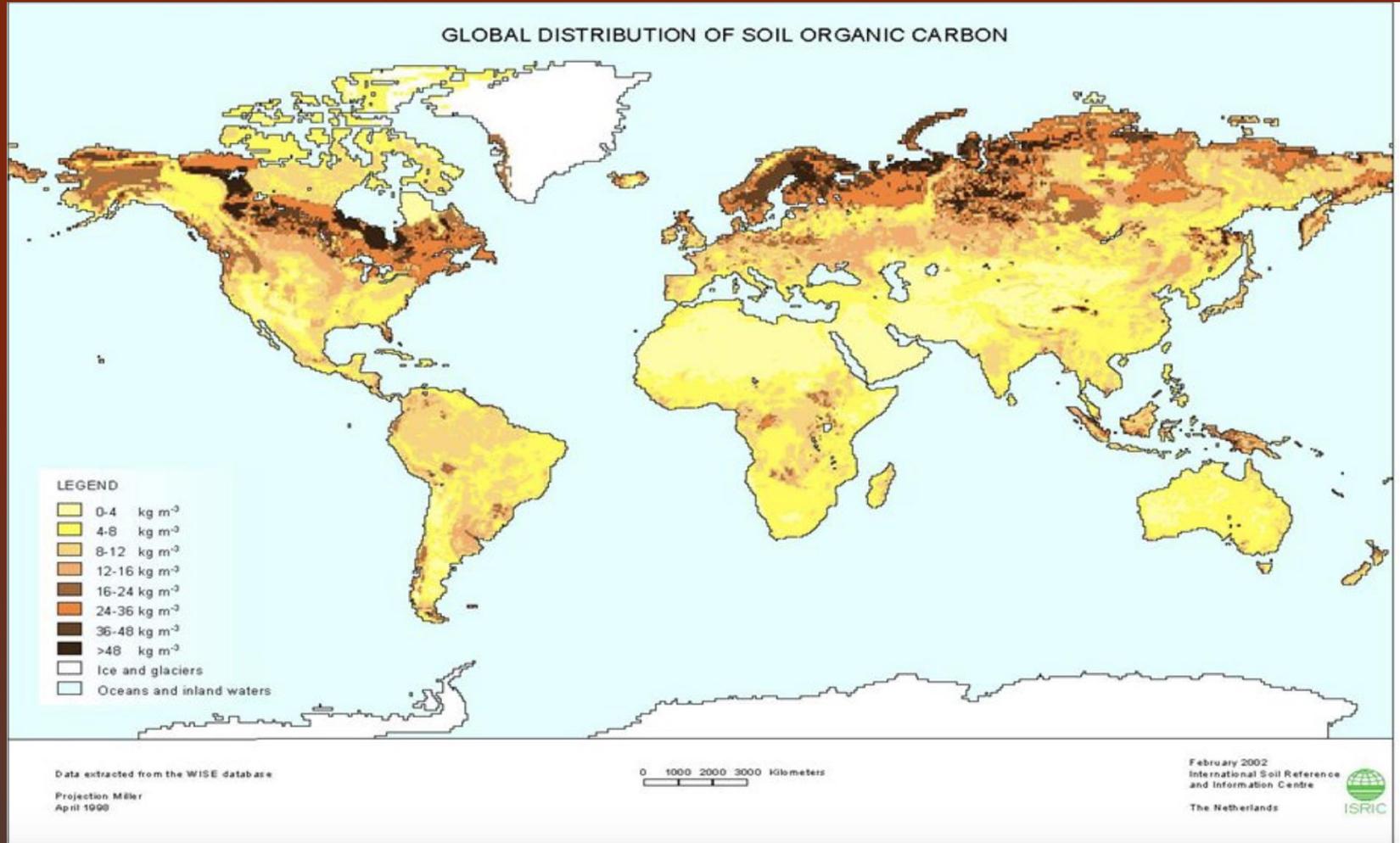


Une corrélation directe....

Le développement des systèmes agraires est lié à la progression de la population humaine



Le capital Carbone dans les sols



une ressource rare

.. En région Méditerranéenne

- **Des sols à dominante calcaire**
 - la matière organique y est « protégée »
 - le phosphore y est moins disponible
- **Une spécialisation régionale...avec peu d'élevages**
 - des ressources en MO brutes limitées
- **Des producteurs globalement peu équipés pour l'épandage**
 - utilisation préférentielle de produits du commerce

« Fertilisation » organique en maraîchage

- Diversité des MO utilisées et des pratiques
- Difficultés à ajuster les apports aux besoins des plantes
- Perspectives

Pourquoi apporter des MO en maraîchage?

- **Cycles courts, plusieurs rotations par an, besoins importants en nutriments** (nourrir le sol et les plantes)
- **Passages répétés d'engins lourds, quelles que soient les conditions de sol** (dégradation de la structure)
- **Travail du sol intensif, pratique de la solarisation, climat** (minéralisation MOS accrue)
- **L'entretien des stocks de C et N du sol assure une libération continue de nutriments** (nutrition des cultures longues)



Diversité des MO utilisées

Résidus de Culture



Une valeur « amendante » : actions sur le taux de MO du sol et propriétés associées

Couverts végétaux



Amendements Organiques

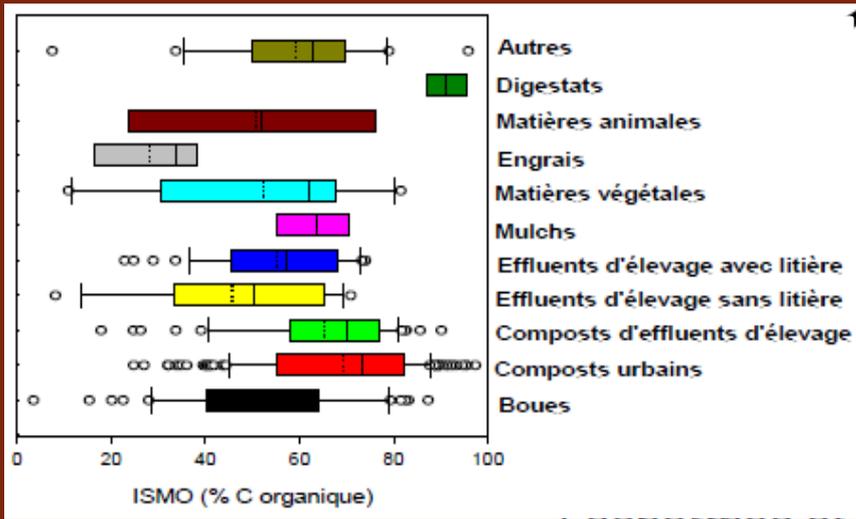


Une valeur « nutritive » : Pour les organismes du sol (C) et les plantes (N, P, K...)

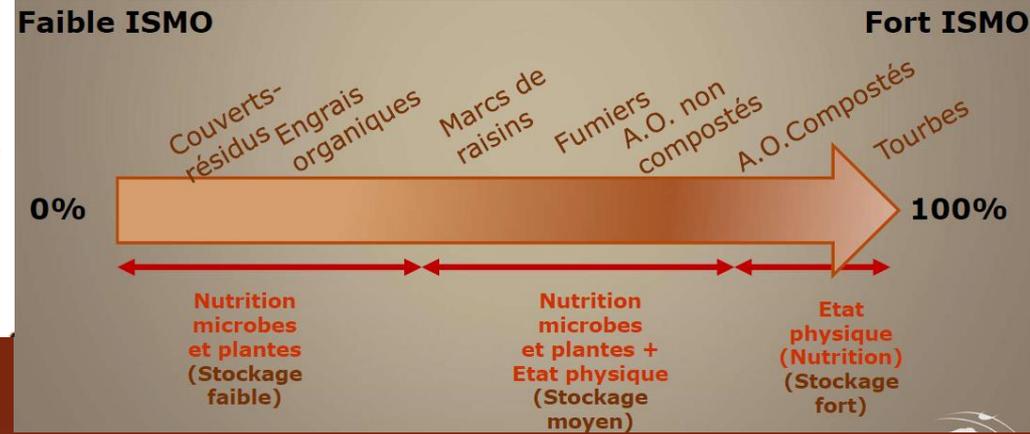
Engrais Organiques



Indicateur de Stabilité de la MO

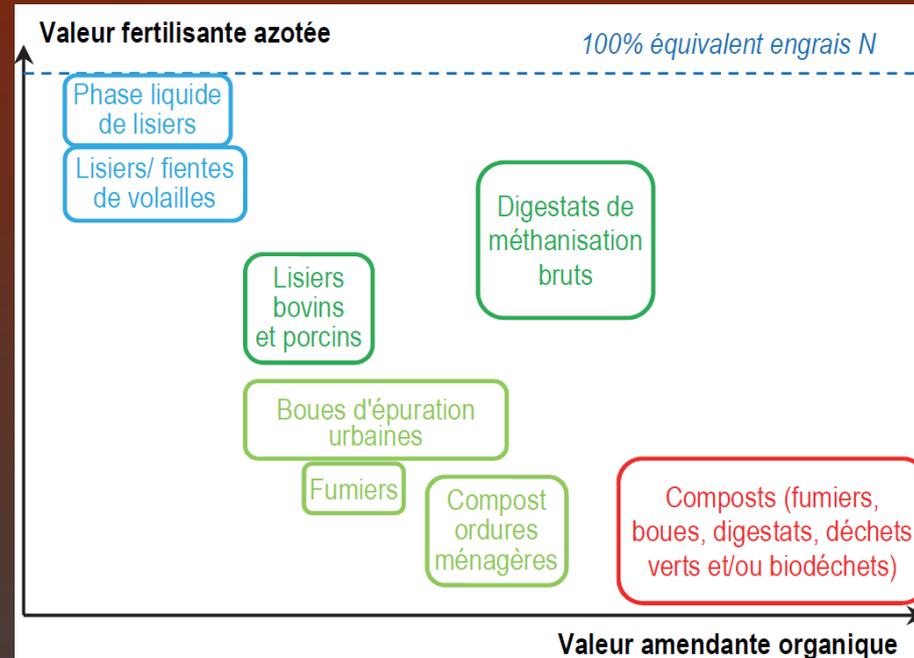


Lastherme et al., 2009

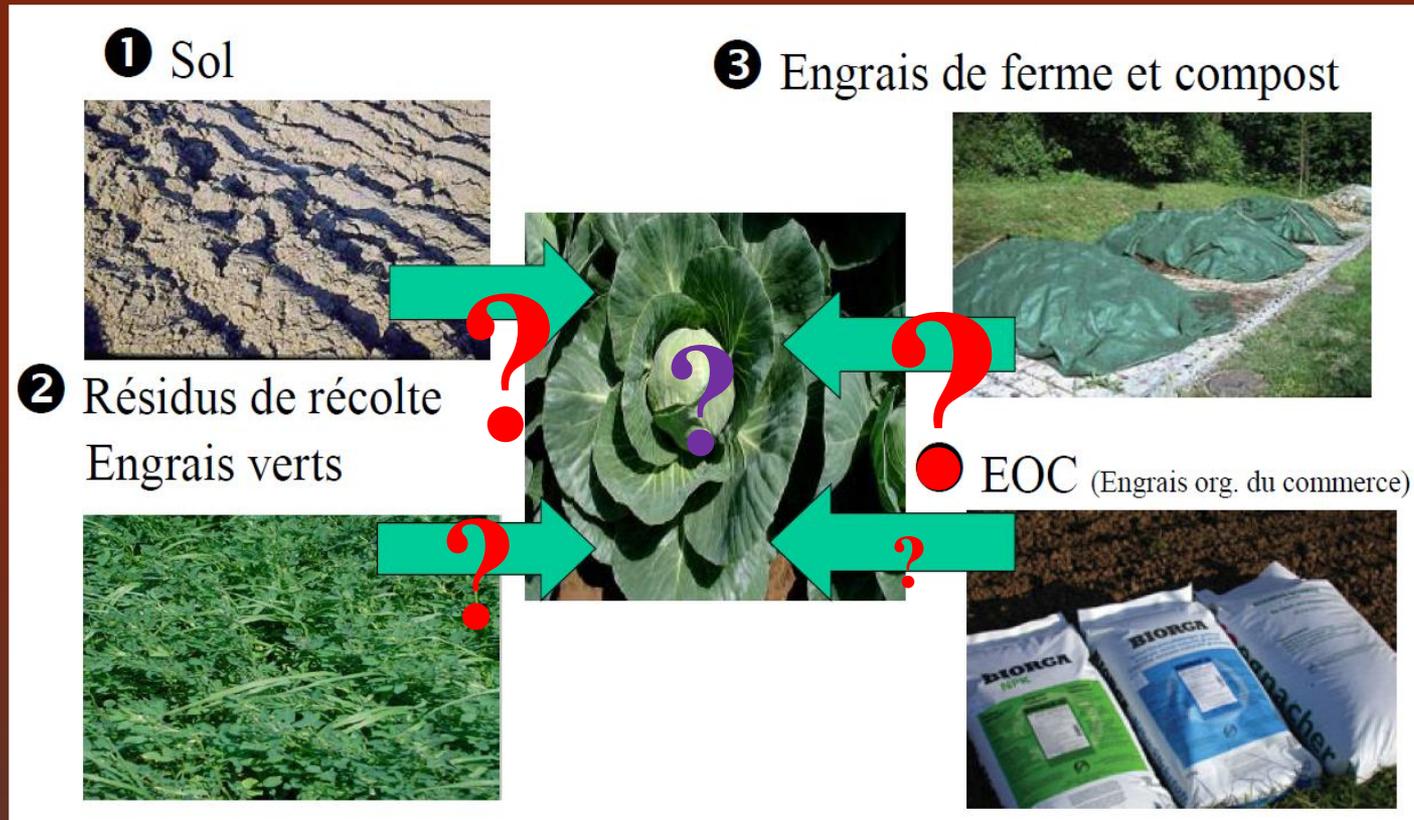


d'après Salducci, 2018

Valeur agronomique



Adapter les apports aux besoins... ?



P, K, Mg,... → considérés comme (très) disponibles

N → Raisonement plus complexe, incertitudes (amendements bruts)
sur les doses, les compositions et les cinétiques de minéralisation
(système maraîchers, sols calcaires, pratiques de travail du sol...)

D'après Fibl

Vers de nouvelles pratiques d'utilisation des MOs : les apports massifs

SOL

Apport de MO (ressources limitées, système minéralisateur)

Structuration, stabilisation, stimulation de l'activité biologique

ADVENTICES

couverture

(alternative paillage plastique)



NUTRITION

Apporter des éléments nutritifs

Autonomie/engrais

CULTURE

Réussite des semis sans trop affiner le sol

Sécurisation

ECONOMIE D'EAU

Limite l'évaporation
Meilleure rétention



www.grab.fr

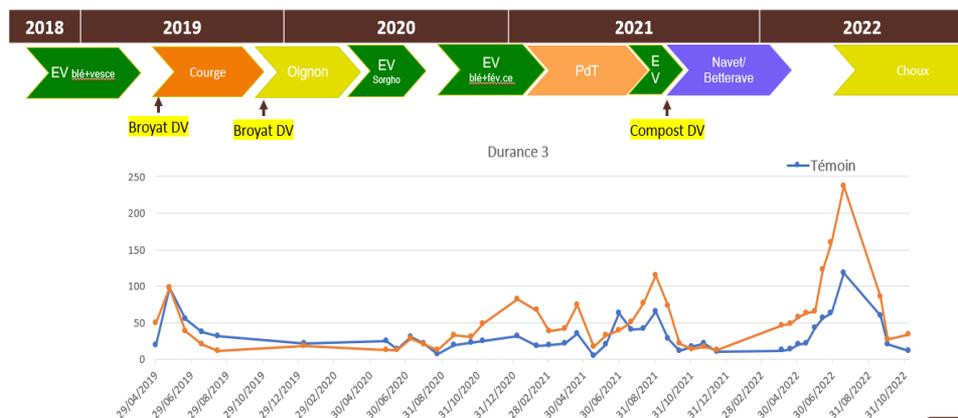
Exemple Ferme de la Durette

Apports de **compost** et **broyat** en mulch de surface : Compost : 6 à 8 cm, soit environ 250 t/ha ($d=350 \text{ kg/m}^3$) et Broyat : 10 à 15 cm, soit 200 à 300 t/ha ($d=200 \text{ kg/m}^3$)

→ 2000 N - 800 P₂O₅ - >1400 K₂O /ha/apport

Suivi en plein champ : Durance 3

Suivi en plein champ : Rance 3



Peu de différences après les 2 apports de B en 2019, mais des pics à partir de fin 2020

Tendance supérieure sur témoin avec de moins bons résultats culturaux

Un suivi sous abri froid : le T4

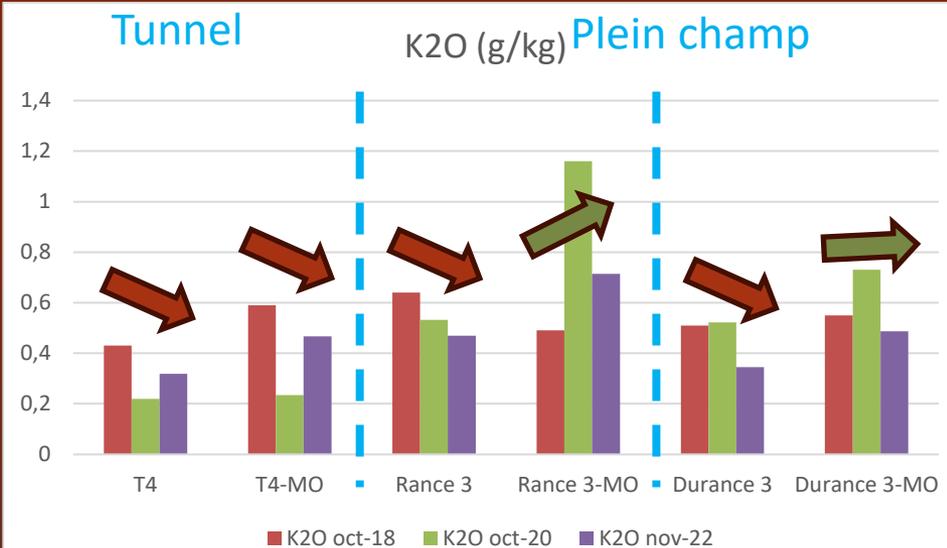
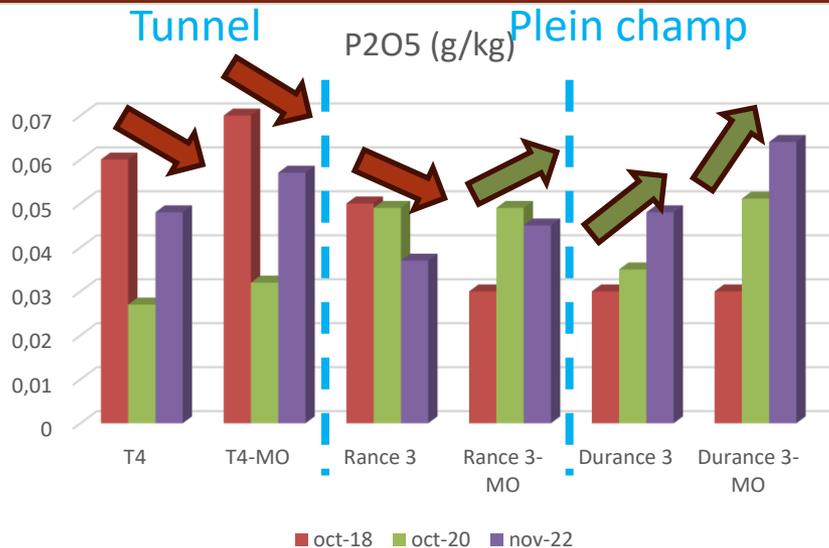


Peu de différences en 2019 et 2020. Léger + C sur chou et B sur laitue en 2021 mais inférieur au témoin pendant l'été (enfouissement ?)

— : Broyat/compost DV
— : Témoin sans MO

Exemple Ferme de la Durette

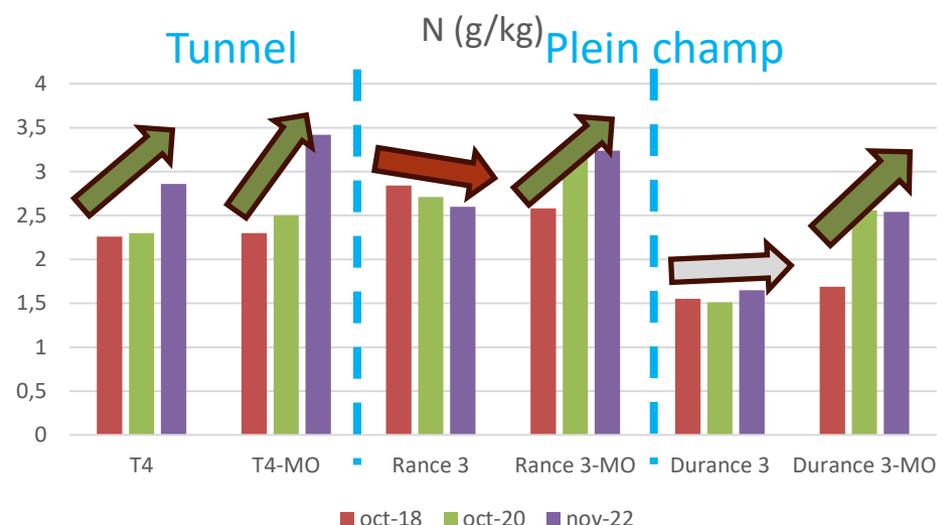
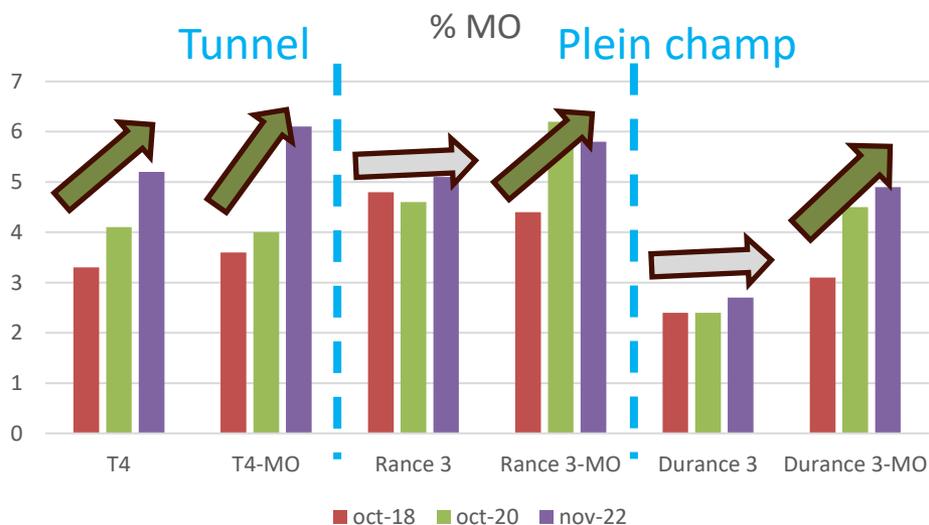
Evolution P_2O_5 et K_2O ; horizon supérieur (0-25 cm)



- ✓ Augmentation très rapide des teneurs en P_2O_5 , K_2O et MgO en plein champ, moins nette sous abri
- ✓ Baisse dans les zones témoin (farines de plume)

Exemple Ferme de la Durette

Evolution % MO et N total ; horizon supérieur (0-25 cm)



✓ Augmentation %MO (1 à 2%) et %N

Conclusions

- L'agriculture en passant du biologique au minéral a très largement augmenté ses performances et est potentiellement en capacité de nourrir l'humanité.
- le SOL est un capital non renouvelable à l'échelle humaine avec une réserve en carbone limité
- Les sources de matières organiques sont multiples, elles ont des propriétés variées et les usages sont très diversifiés
- Difficultés à ajuster les apports de MO aux besoins des plantes
- Les références/outils de pilotage de la MO sont à améliorer pour la gestion **opérationnelle** de l'N
- Les apports de MO contribuent localement au développement de l'économie circulaire

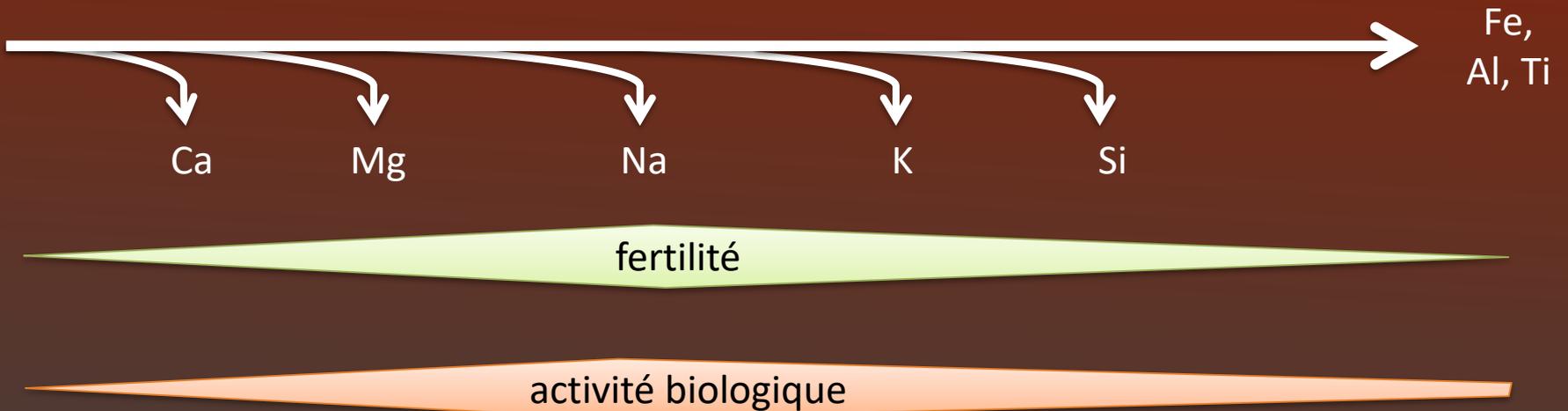
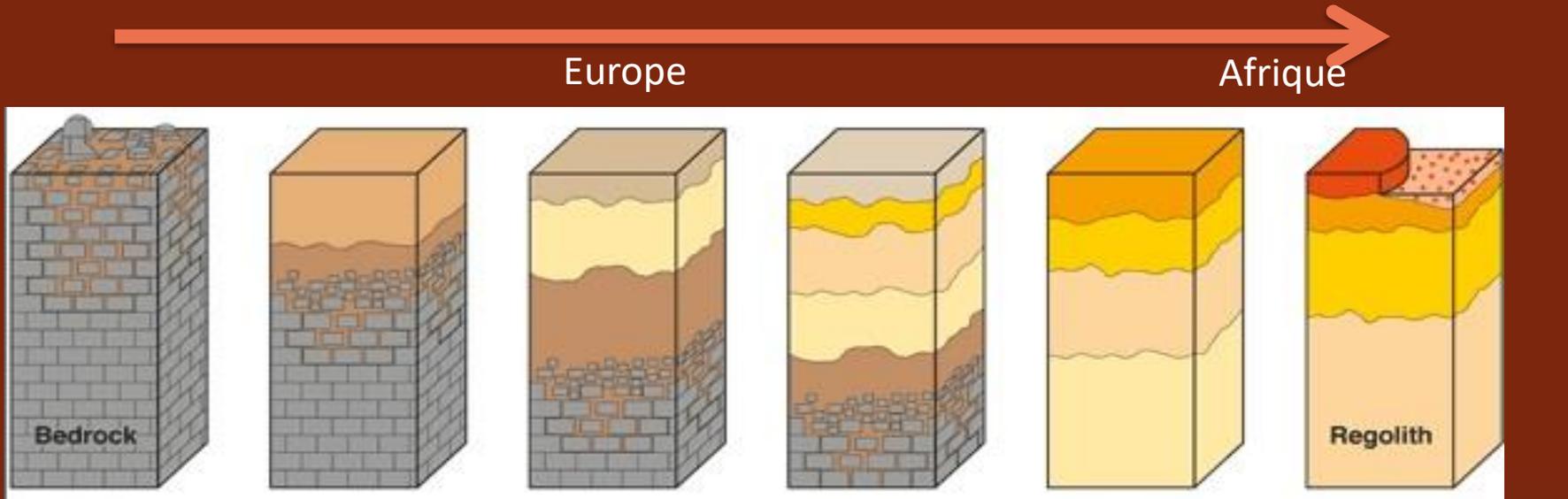
“Rien ne se perd, rien ne se crée , tout se transforme”

Lavoisier

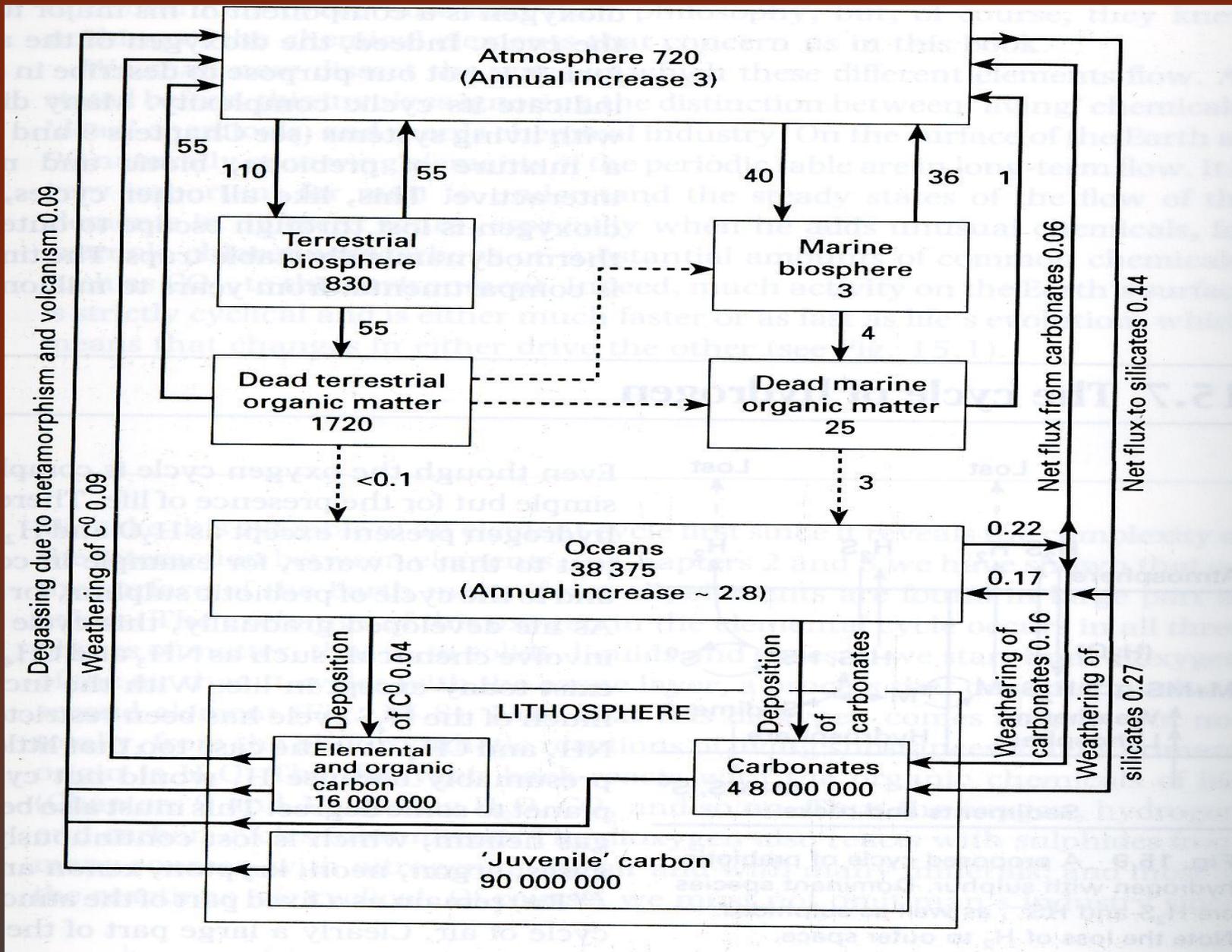


Merci de votre attention

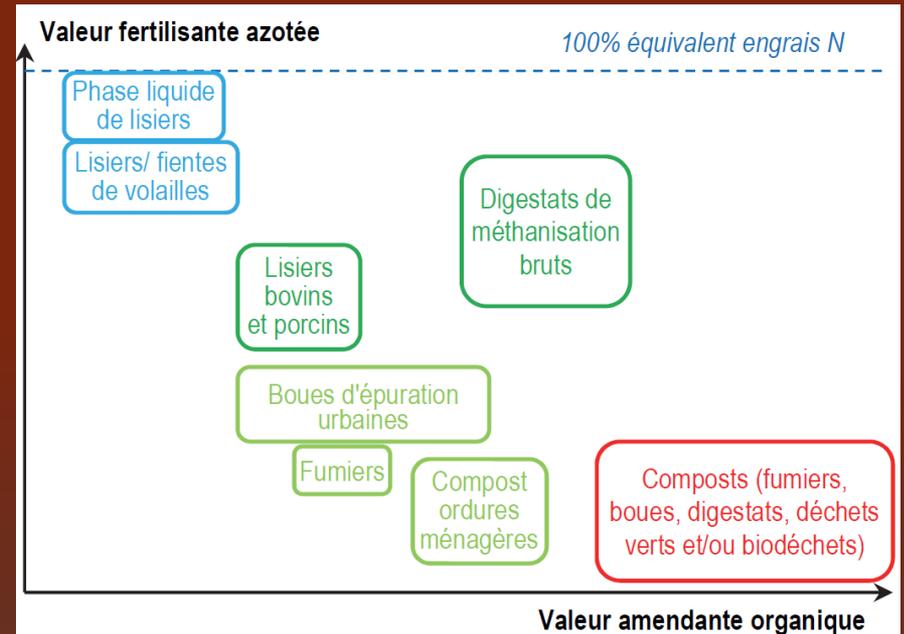
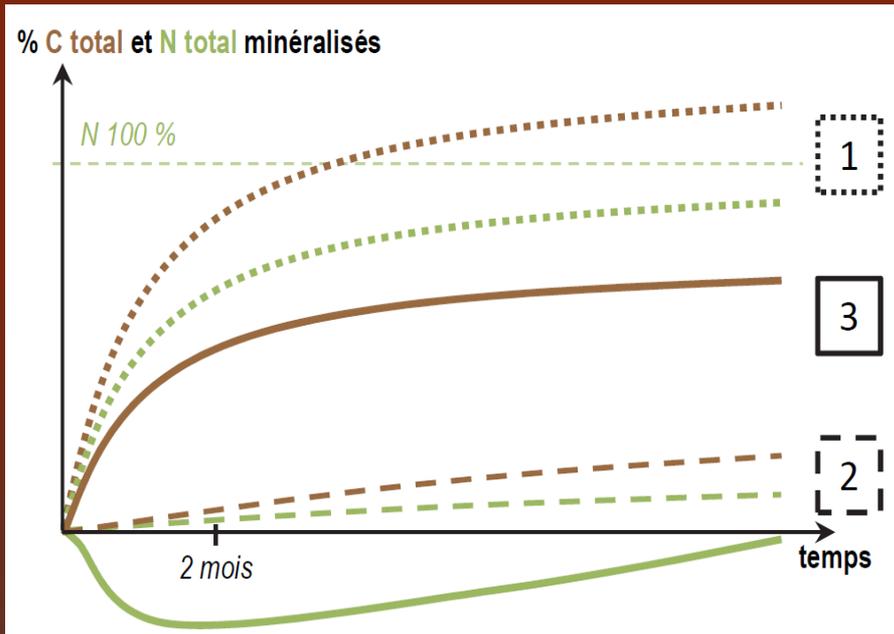
Altération croissante



D'après J. Wilford, 2011



Valeur agronomique



Houot et al., 2014

- 1 : Produit dont la minéralisation est rapide, C/N faible
- 2 : Produit stabilisé (compost) : valeur fertilisante azotée faible à nulle, valeur amendante
- 3 : Produit dont la MO est facilement dégradable, mais C/N élevé (broyats)

Adapter les apports aux besoins... ?

	Peu exigeant	Moyennement exigeant	Très exigeant	
P ₂ O ₅	20-30	40-60	70-100	1
K ₂ O	60-80	100-160	200-350	3
N	60-80	100-140	150-300	2

Moyennes des exportations des légumes (source : suisse)

- **P, K, Mg,...** → considérés comme (très) disponibles
- **N** → Raisonnement plus complexe et approximatif, notamment pour les amendements bruts, nombreuses incertitudes sur :
 - les quantités réellement épandues,
 - la composition exacte
 - la dynamique de minéralisation dans le temps, dans les différents contextes pédo-climatiques (peu de références en sols calcaires, en systèmes maraîchers), aussi dépendante des conditions de cultures (travail du sol,...)