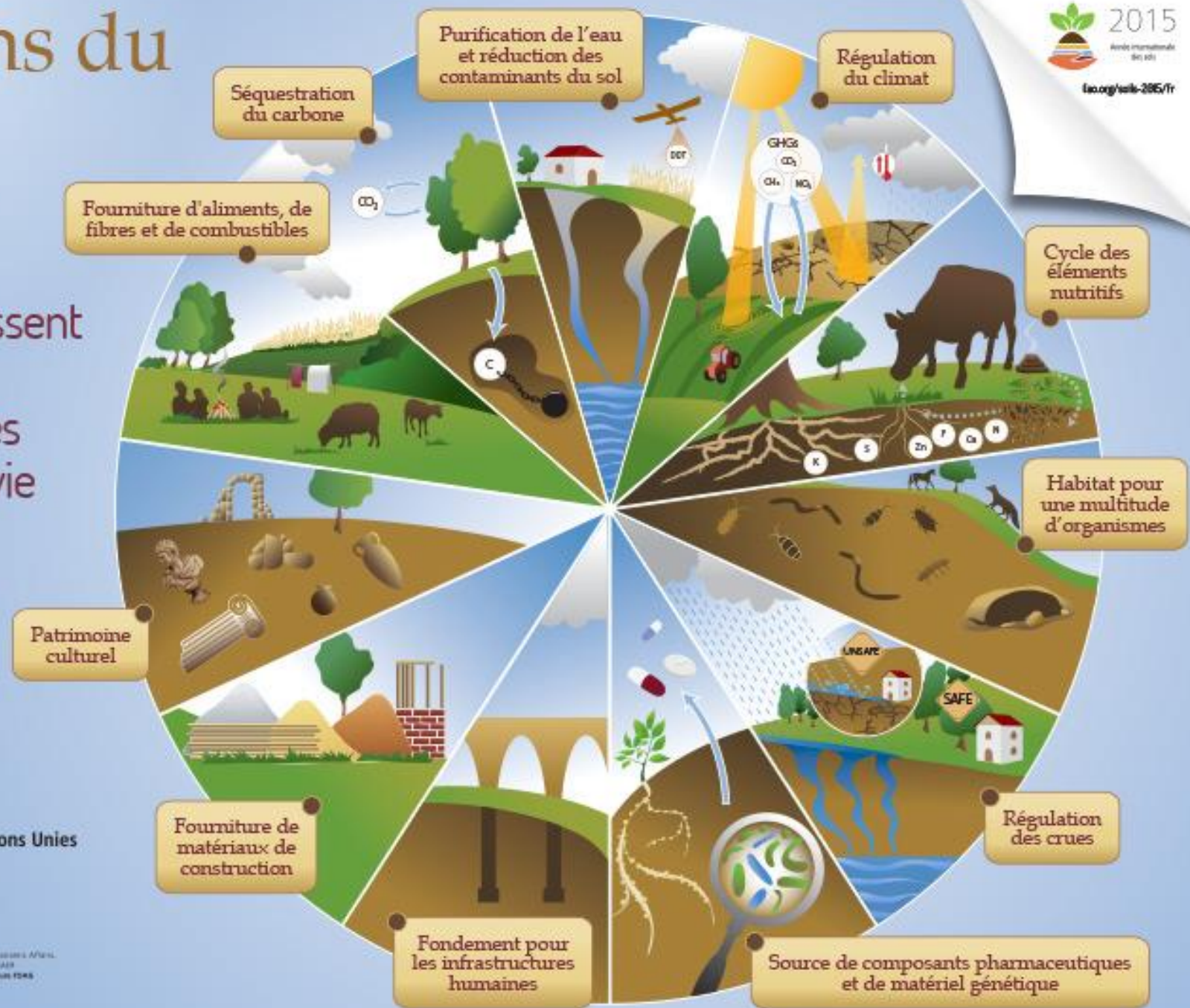


fonctions du Sol

Les sols fournissent des services écosystémiques essentiels à la vie sur terre



BG – B Les sols

BG – B 2
Les enjeux de la gestion des sols



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture

avec le soutien de

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research SAM
Federal Office for Agriculture FOS

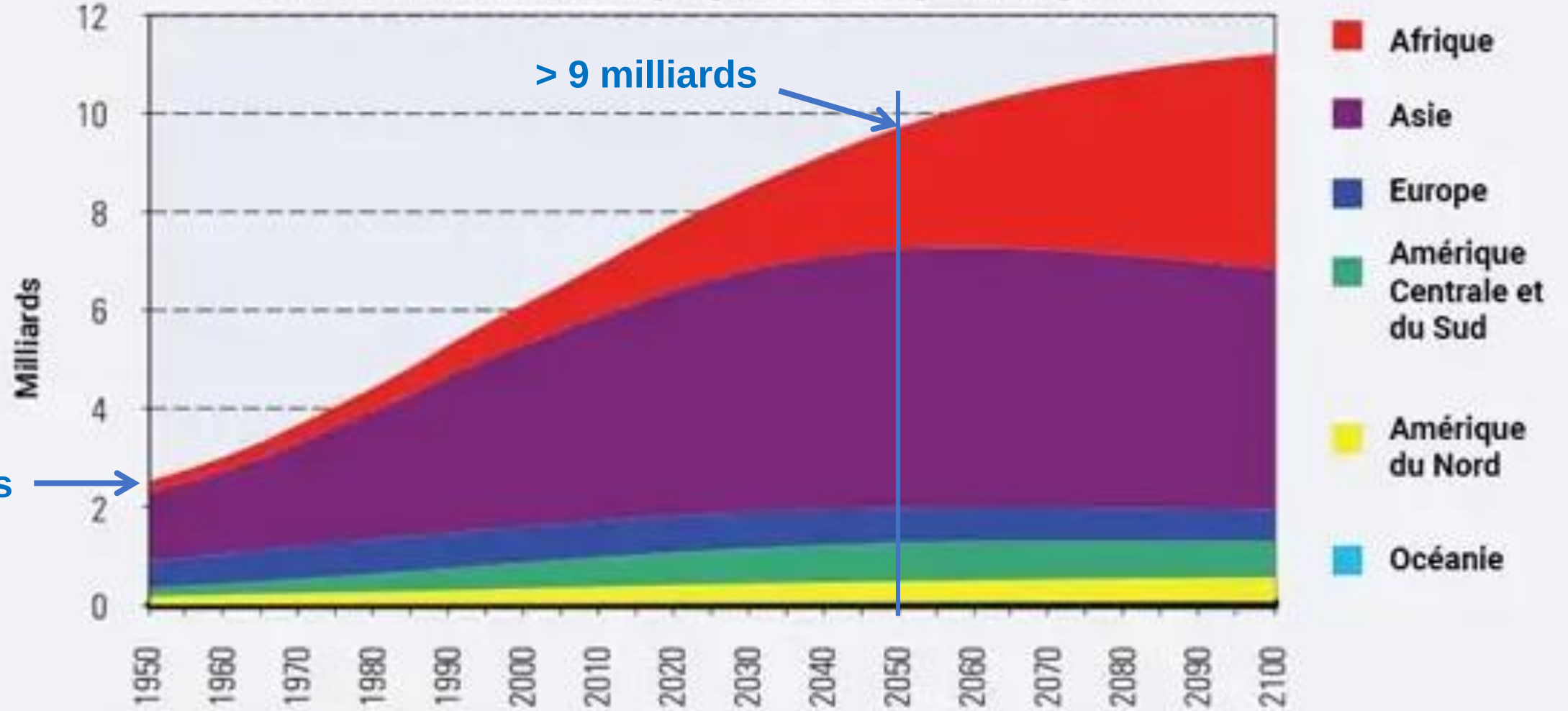
10000_12/2015/02/000

Les sols, supports de la production alimentaire



Un potager à Kiwenza, région de Kinshasa (République démocratique du Congo).

Croissance de la population par région



2,6 milliards

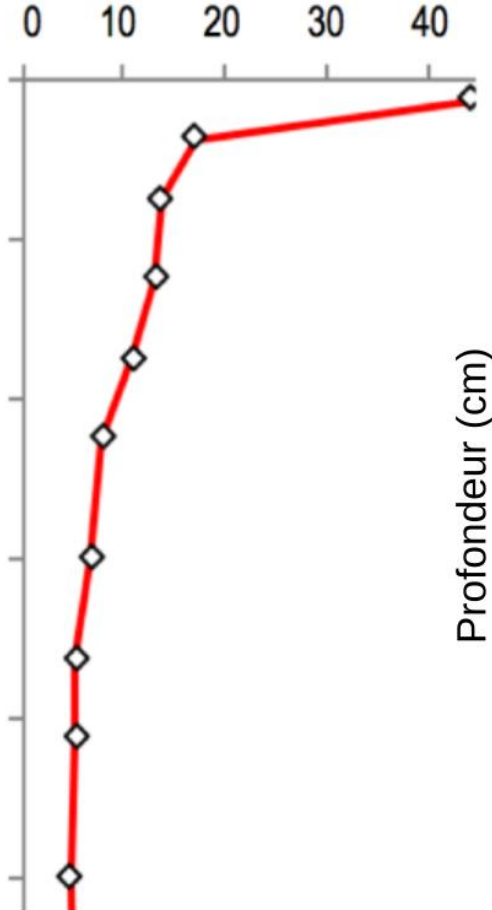
> 9 milliards

Document 1. Le carbone du sol.

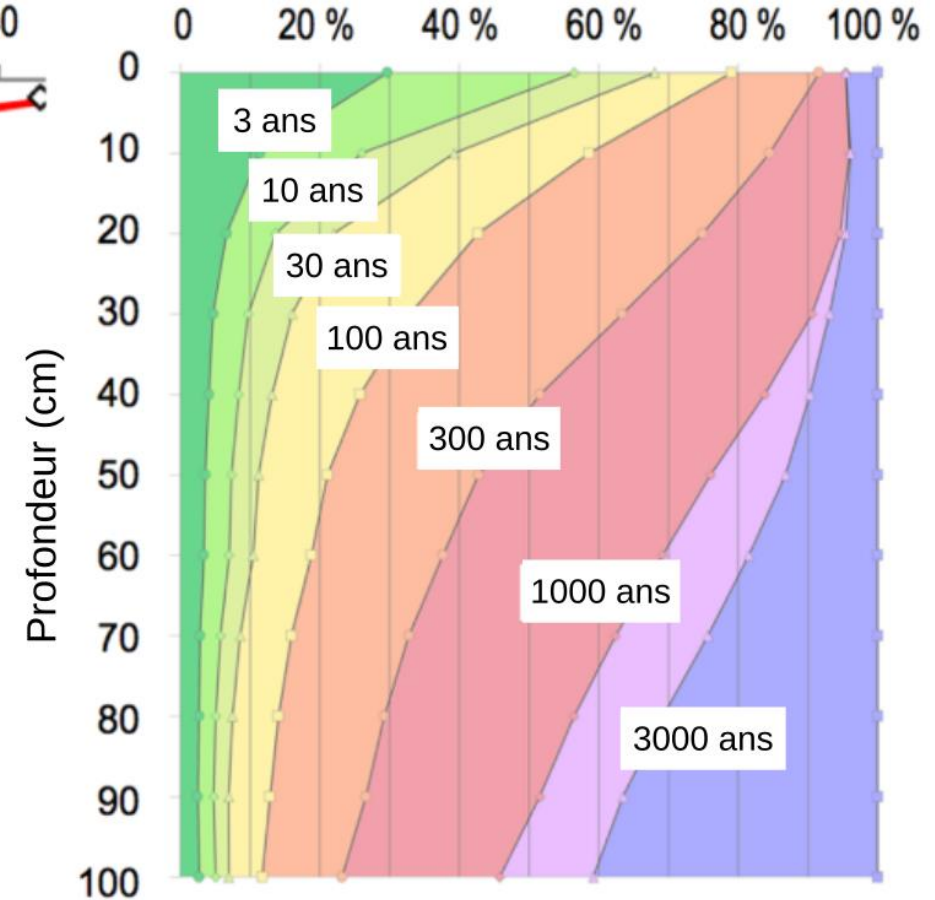
A Profil de sol d'une prairie.



B Concentration en carbone (g/kg de sol)

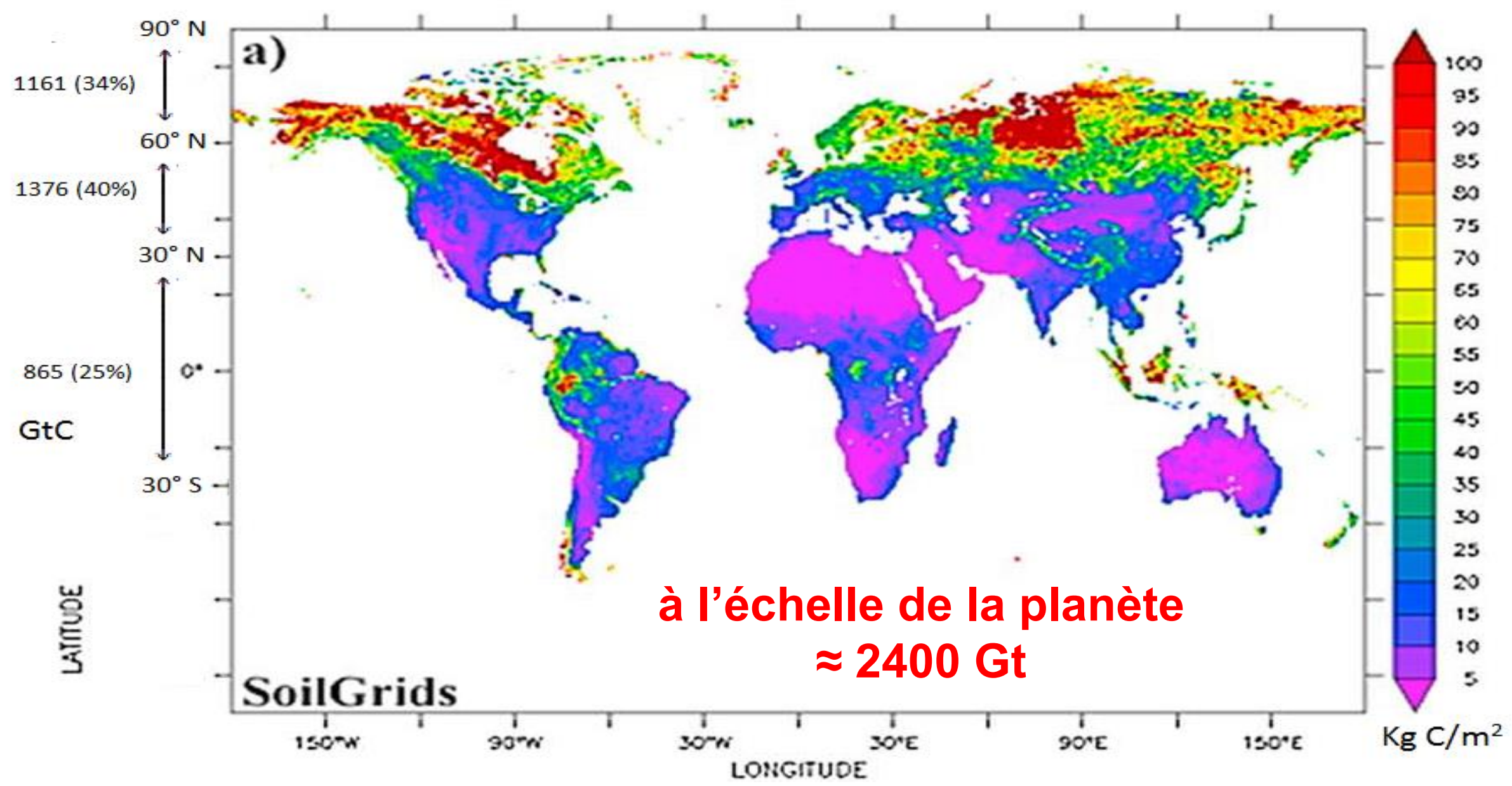


C Distribution des âges du carbone (%)



La contribution du sol profond (> 30 cm) au stock de carbone, bien que peu étudiée et donc présentant de grandes incertitudes, représenterait plus de la moitié du stock de carbone des sols.

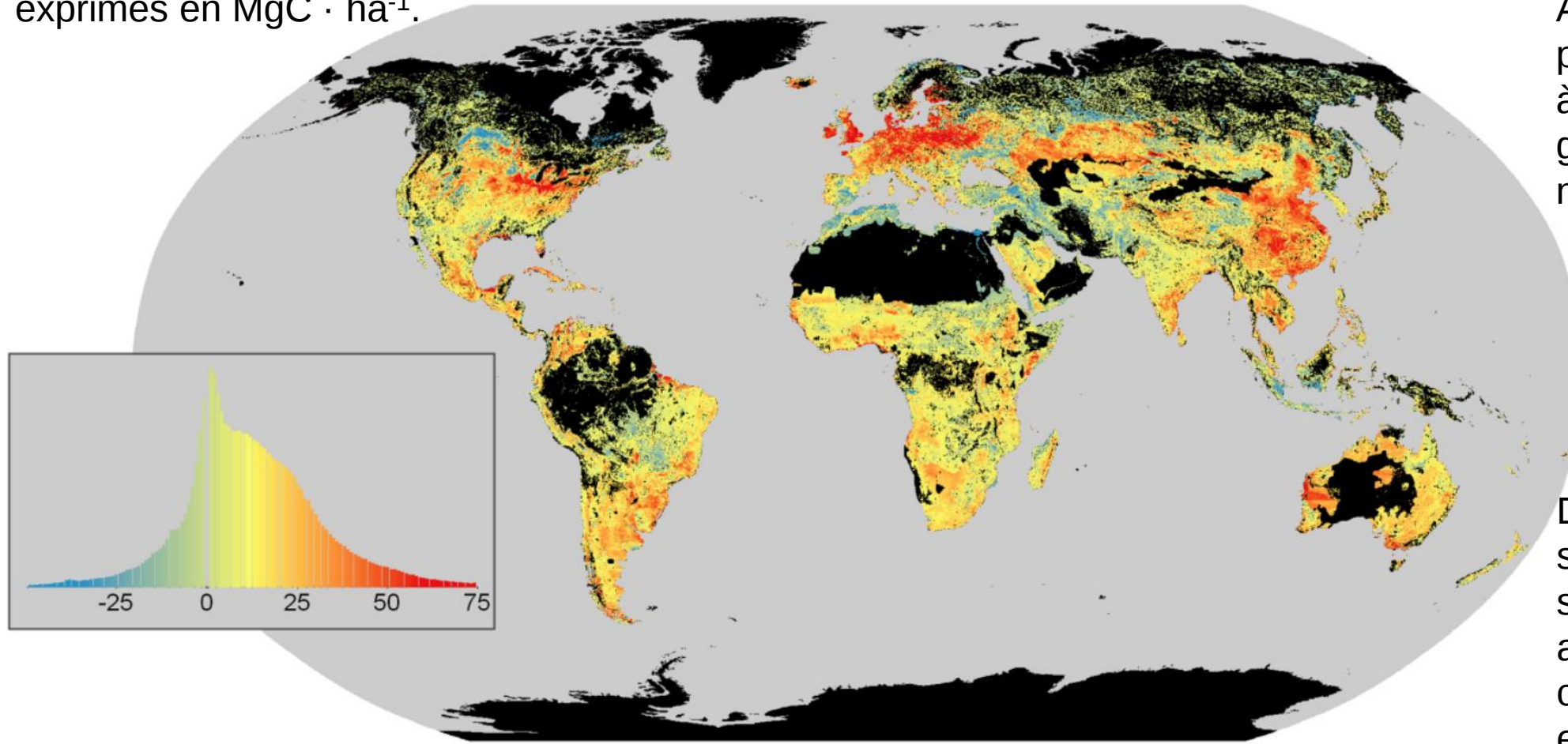
Répartition mondiale du carbone organique du sol jusqu'à un mètre de profondeur



Tifafi et al., 2018 in : <https://reseauactionclimat.org/stockage-carbone-sol-rechauffement-climatique/>

Carte mondiale des flux de carbone dans les deux premiers mètres du sol estimés depuis 12 000 ans

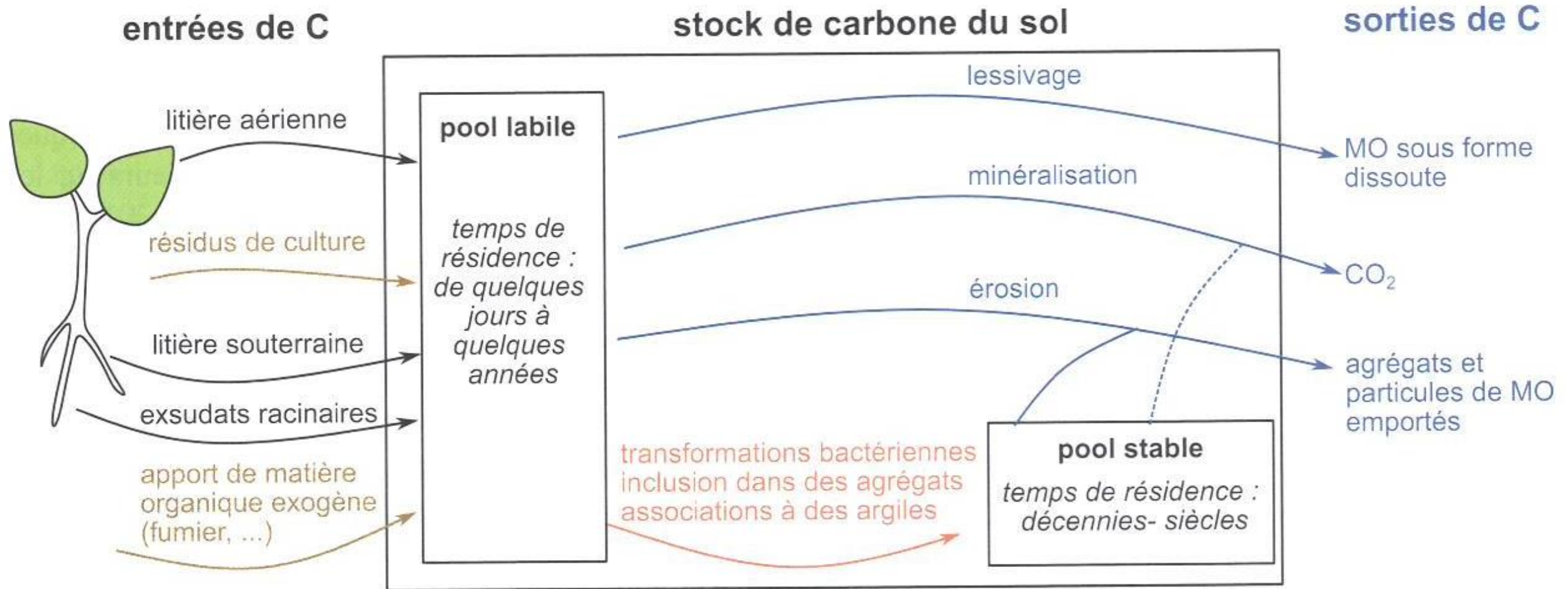
Le rouge correspond à des pertes, le bleu à des gains, exprimés en $\text{MgC} \cdot \text{ha}^{-1}$.



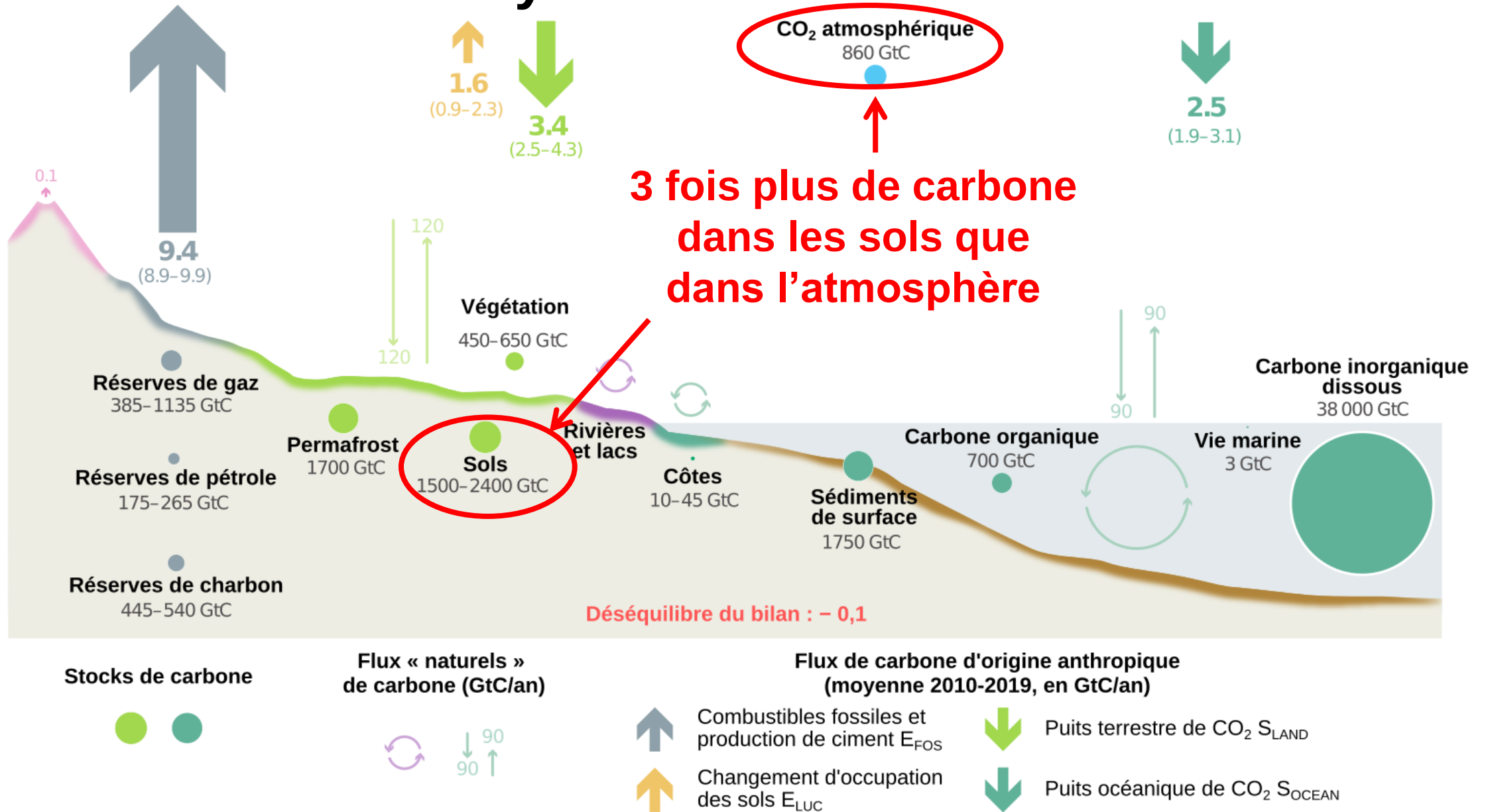
Le rouge en Europe et en Amérique du Nord est une perte de carbone du sol lié à la mise en place de grandes cultures, notamment céréalières.

Dans les régions de savane, la conversion de sols pauvres en sols agricoles grâce au chaulage, à la fertilisation et à la sélection des semences amène à des gains, comme c'est le cas au centre du Brésil.

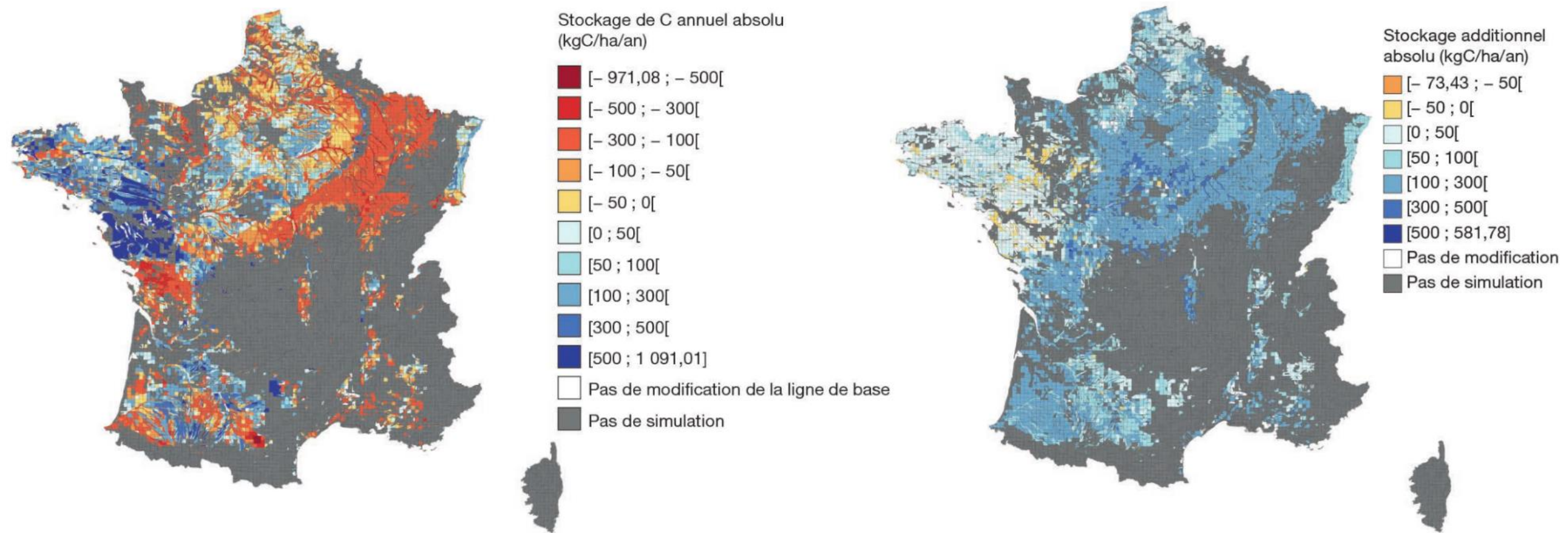
Document 2. Flux et stock de carbone dans le sol.



Le cycle du carbone



Stockage actuel et potentiel de stockage du carbone dans les sols des grandes cultures et des prairies temporaires de France métropolitaine

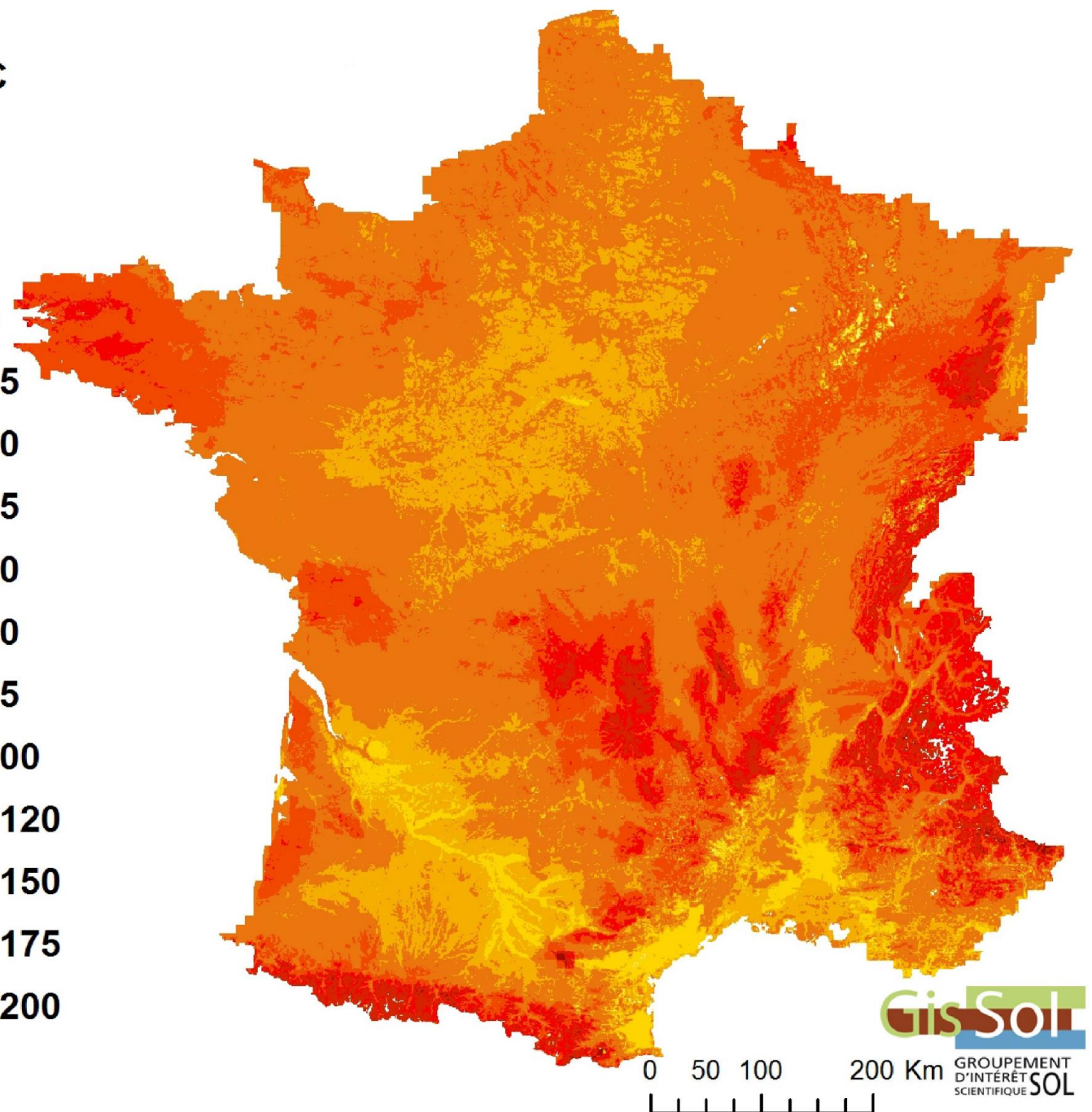
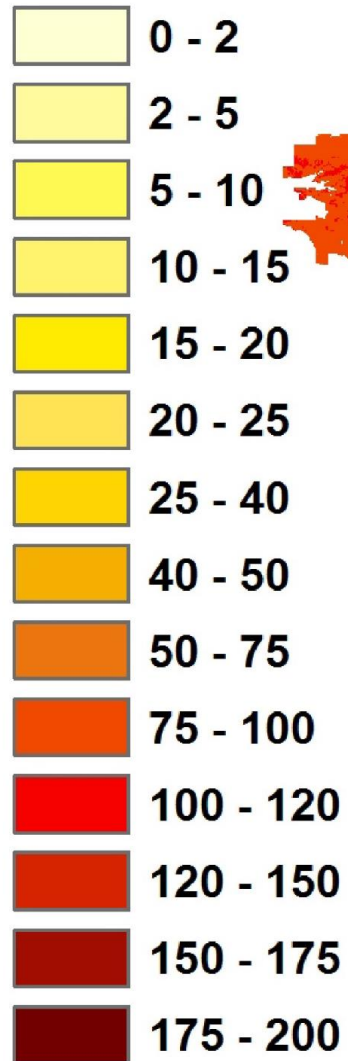


- A. Carte du stockage de carbone annuel sur l'horizon 0-30 cm des grandes cultures et prairies simulés sur 30 ans.
- B. Simulation du stockage additionnel absolu sur l'horizon 0-30 cm avec un scénario d'insertion et d'allongement de cultures intermédiaires remplaçant les sols nus entre la récolte et le semis de la culture principale.

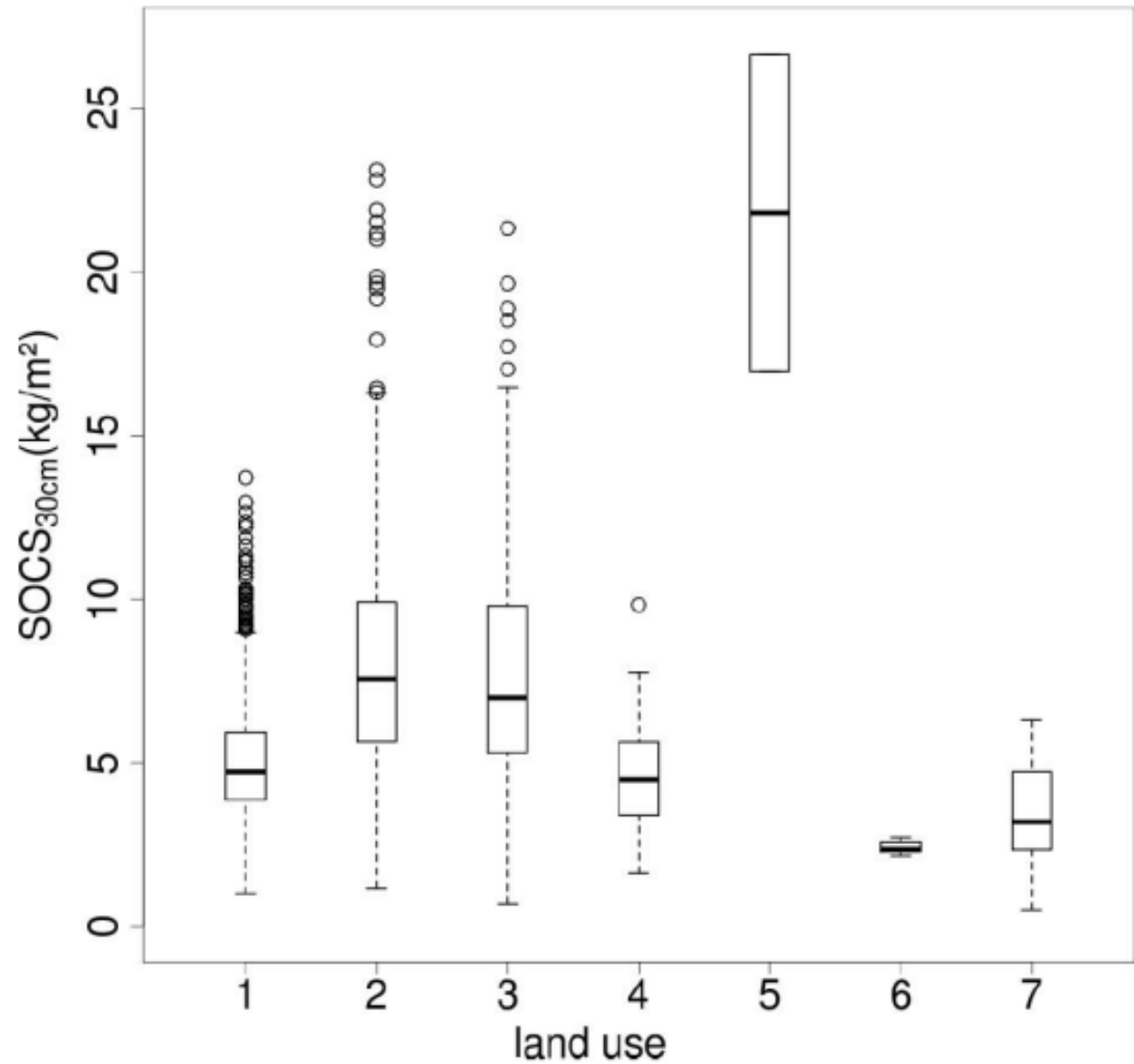
Estimation des stocks de carbone organique de 0 à 30 cm de profondeur en France métropolitaine hors Corse

**Des stocks très élevés
dans les régions
montagneuses**

Stocks de C
Tonnes/ha



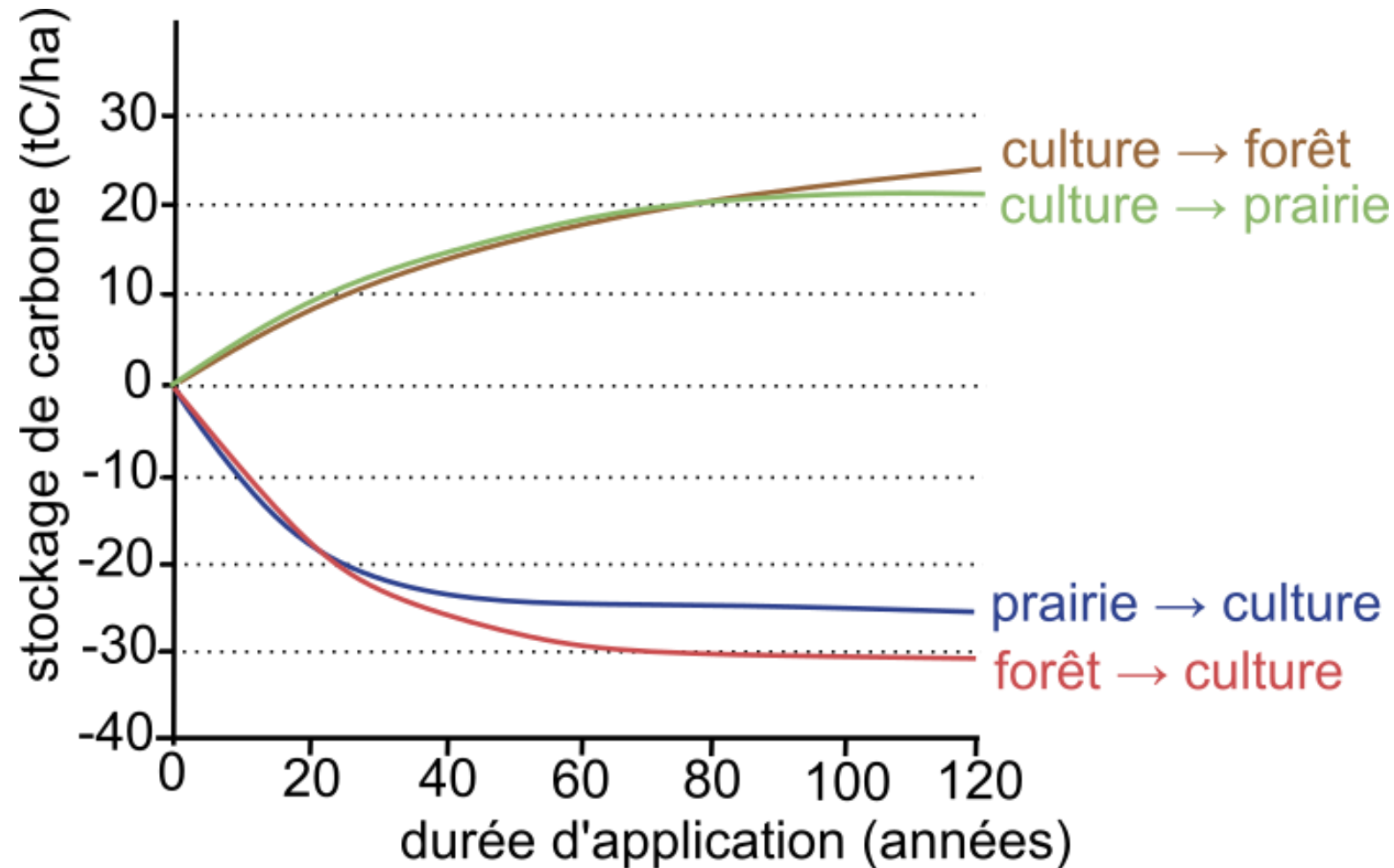
Document 3. Stocks de carbone organique dans les 30 premiers centimètres du sol (horizon 0-30 cm) en fonction de différents usages des terres.



1 kg/m² = 1.10⁴ kg/ha = 10 t/ha

sols cultivés (1),
prairie (2),
forêt (3),
vergers (4),
tourbière (5),
autres (6),
vignobles (7).

Document 4. Conséquences du changement de l'utilisation des sols sur la séquestration du carbone.



Production par les sols de gaz à effet de serre

Constituant	Air du sol (%)
Azote	78,5 à 80
Oxygène	18 à 20,5 en sol bien aéré 10 après une pluie 2 en structure compacte 0 dans des horizons réduits
Dioxyde de carbone	0,2 à 3,5 5 à 10 dans la rhizosphère
Vapeur d'eau	Généralement saturé
Gaz divers	Traces de H ₂ , N ₂ O, Ar en anoxie NH ₃ , H ₂ S, CH ₄

Gaz à effet de serre

PRG = potentiel de réchauffement global

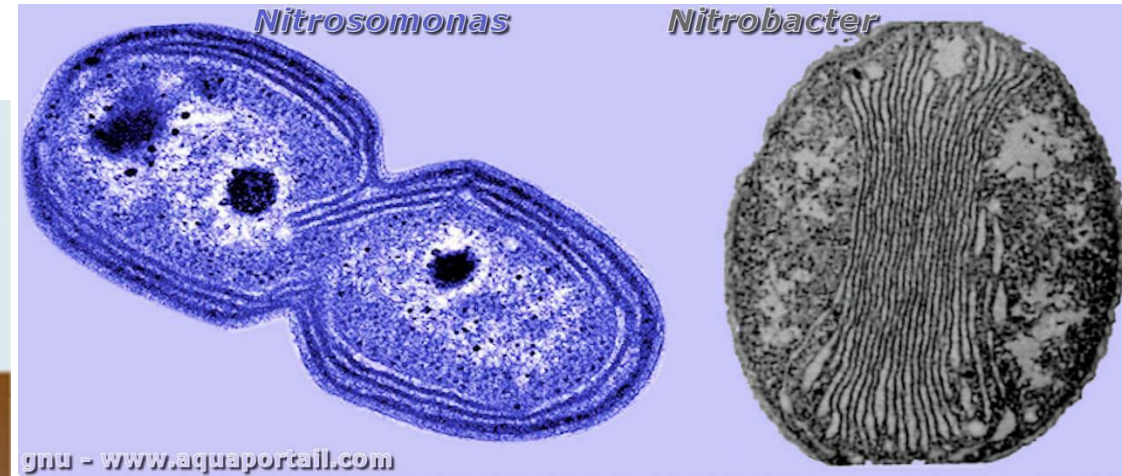
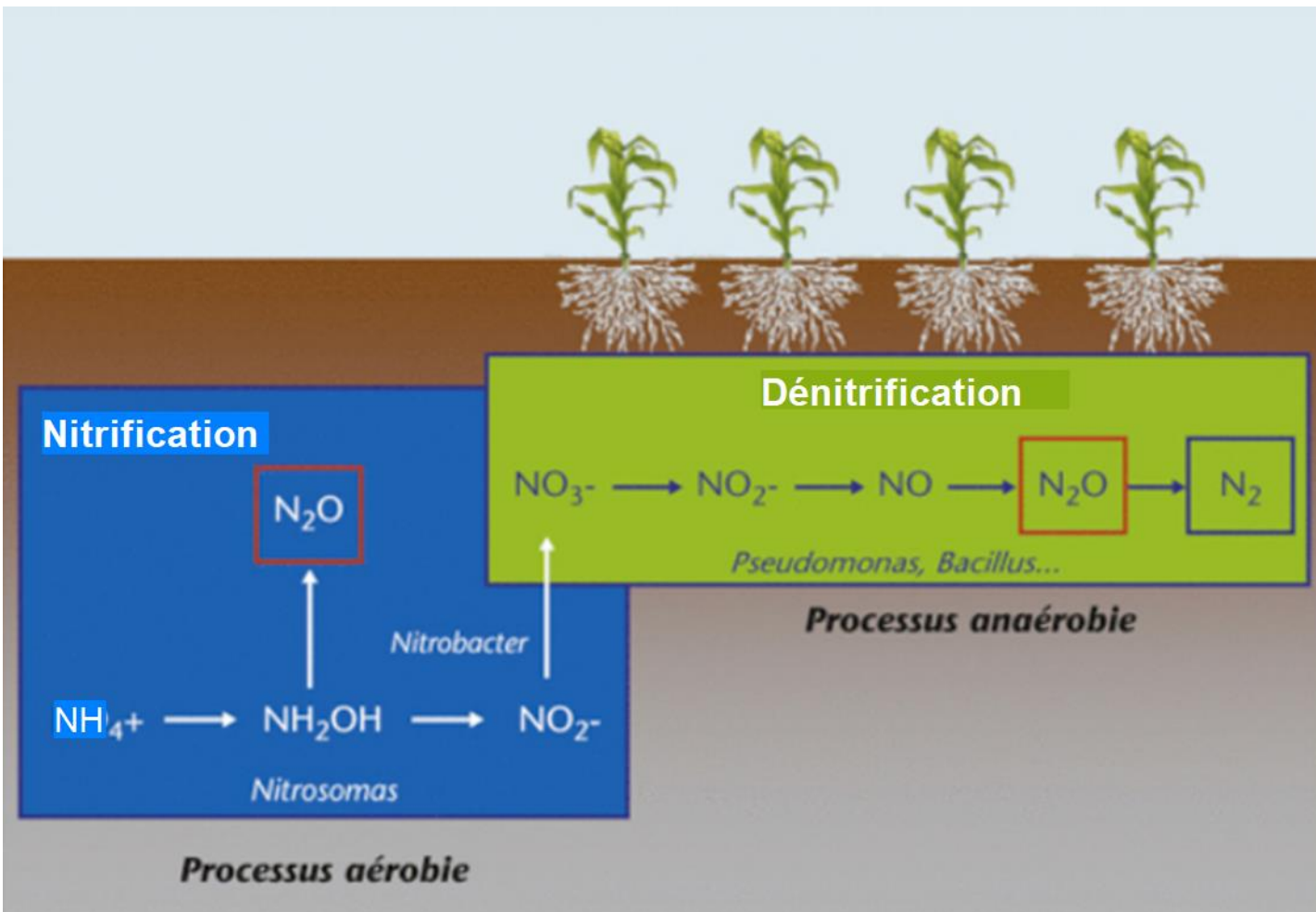
Contribution des GES à l'effet de serre

Gaz à effet de serre	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Pouvoir relatif d'absorption du rayonnement infrarouge, par unité de volume, ramené à celui du CO ₂	1	32	160
Contribution relative (en %) à l'effet de serre additif	55	15	4

Document 21. La production biologique de gaz à effet de serre dans les sols.

- CO_2 : produit *par la respiration cellulaire* – 2/3 de la production due à l'activité microbienne
- CH_4 : produit par les archées méthanogènes PRG $\approx$ 30
 - **Par réduction du CO_2** :
$$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \quad (\text{H}_2 \text{ produit par fermentation})$$
 - **Par réduction de composés organiques** :
$$\text{CH}_3\text{COOH} \text{ (acide acétique)} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$$
$$4 \text{ HCOOH (acide formique)} \rightarrow \text{CH}_4 + 3 \text{ CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O}$$
- N_2O : deux processus de production, par des bactéries : PRG = 160
 - **La nitrification** de l'ammonium en nitrite puis en nitrate
 - **La dénitrification**

Document 21. La production biologique de gaz à effet de serre dans les sols.



Les deux étapes de la nitrification :



(*Nitrosomonas*)



(*Nitrobacter*)

Effet splash et érosion hydrique

**Erosion anthropique : 26 milliards de tonnes par an
(x 2,6 pertes « naturelles »)**



Photographie : Lionel Cottenot (INRA)

L'impact d'une goutte sur un sol déjà recouvert d'un film d'eau peut projeter de nombreuses particules aux alentours.

Les particules limoneuses (entre 2 et 50 μm) sont les plus sensibles à l'effet splash.



Photographie : Christophe Maître (INRA)

Croûte de battance



Formation d'une croûte de battance après semis

<https://www.agro-league.com/analyse-de-sol/croute-de-battance>



Sur cette parcelle, le semis n'a pas levé là où s'est formée la croûte de battance

Érosion éolienne sur formation sablo-limoneuse et sol nu

en climat tempéré atlantique, département de l'Aisne, France



Photographie : Clément Mathieu



Ensevelissement dû à une tempête de poussière du « Dust Bowl » à Dallas

Série de tempêtes de poussière provoquant une catastrophe écologique et agricole dans les années 1930, en particulier dans une région à cheval sur l'Oklahoma, le Kansas et le Texas.

(voir « Les raisins de la colère » John Steinbeck, 1939)

http://fr.wikipedia.org/wiki/Dust_Bowl

Céréales en bandes alternées pour lutter contre l'érosion éolienne (Montana)

Les champs sont étroits et portent différentes cultures, avec ou sans jachère. Pour prévenir l'érosion éolienne, les bandes sontensemencées perpendiculairement aux vents dominants.



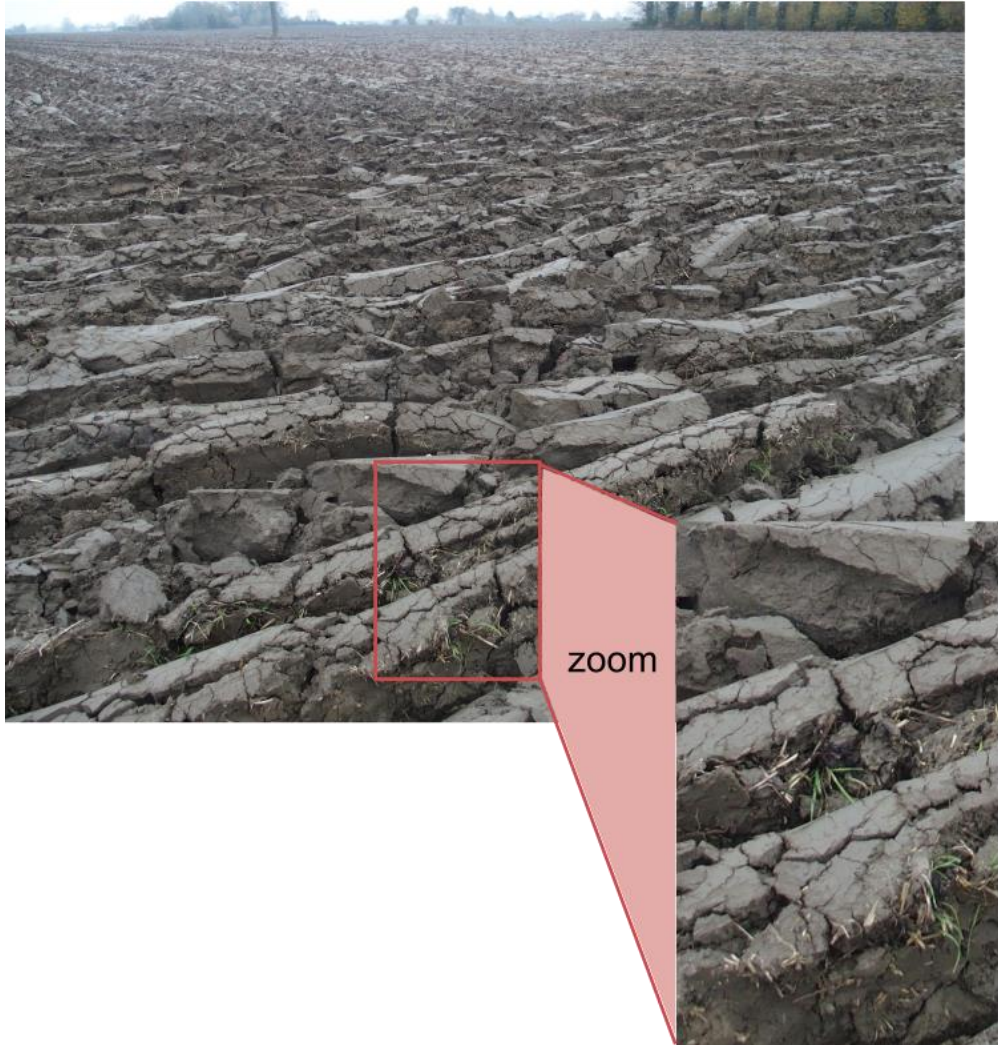
http://www.lethist.lautre.net/usa_agriculture.htm

Le labour



Labour et érosion des sols

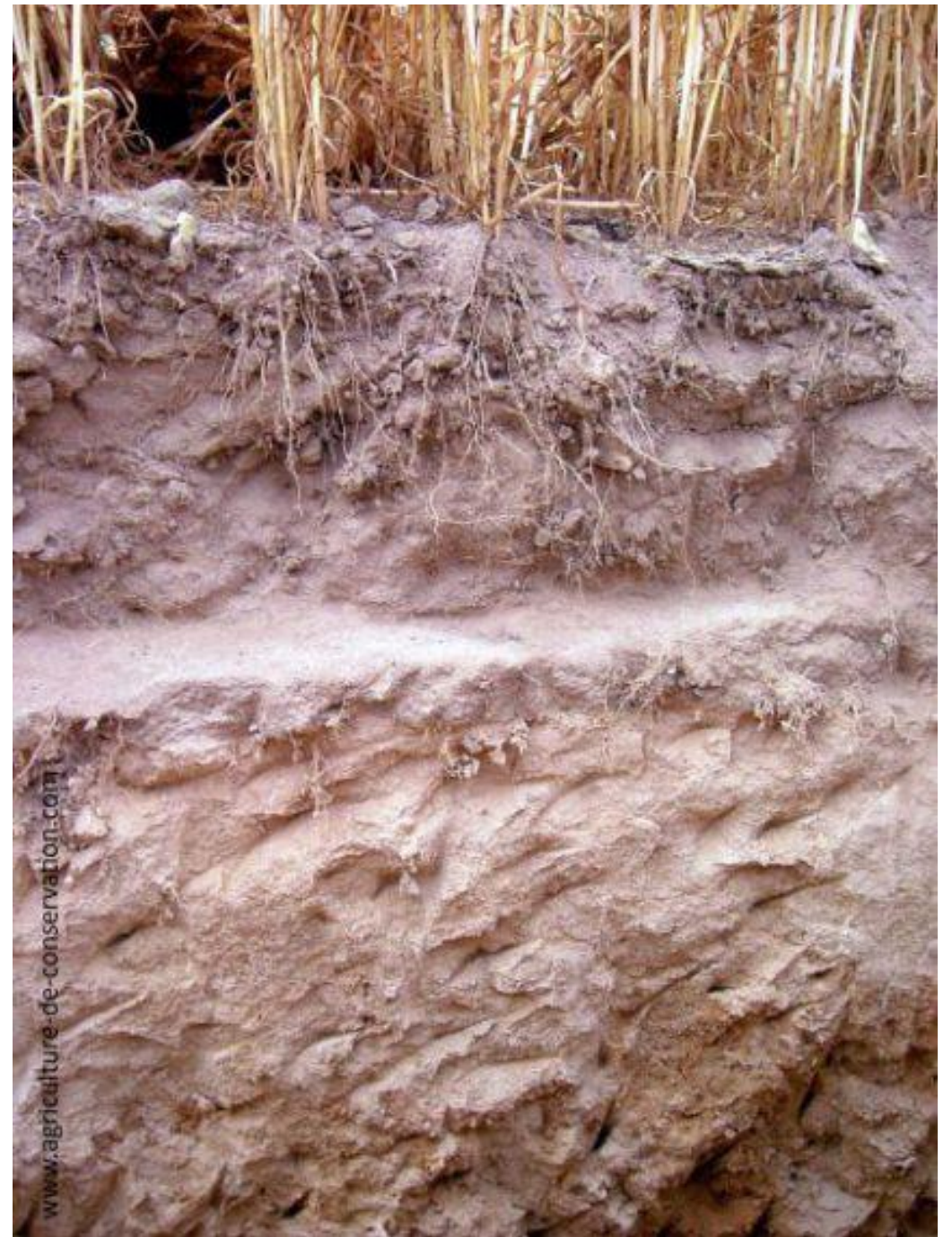
Sol retourné après labour



Érosion après ruissellement de l'eau dans les rigoles



Semelle de labour



Des pratiques culturelles à impact favorable sur le stockage du carbone dans les sols

Cultures intermédiaires



Couvert de radis début novembre 2021

Apport de matières organiques exogènes



Prairies temporaires

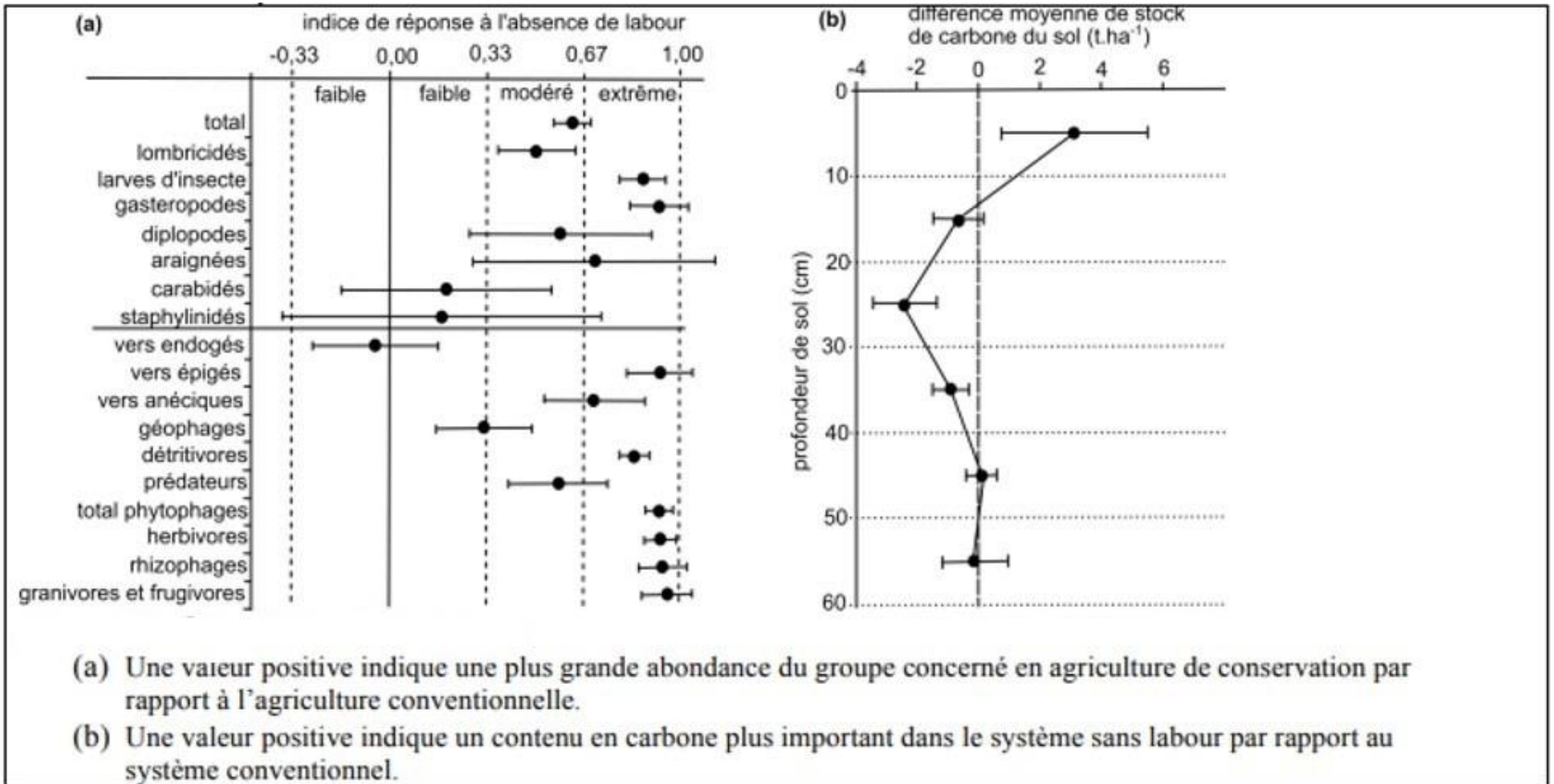
Agroforesterie intraparcellaire



Enherbement des vignobles



Document 24. Effets de l'arrêt du labour.



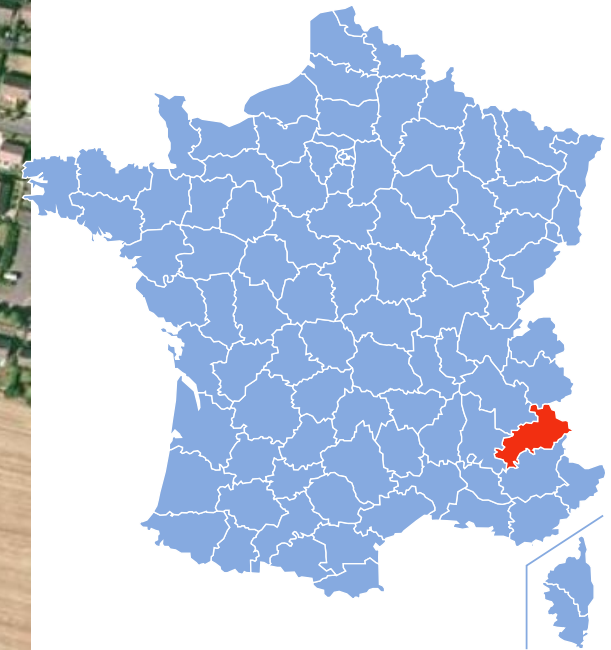
Document 5. Impact des pratiques culturelles sur l'érosion des sols.

Pratiques favorisant l'érosion	Pratiques limitant l'érosion
sols laissés à nu entre 2 cultures	couverture permanente des sols (cultures intermédiaires,...) ; dépôt de matière organique morte sur les sols (paillage, ...)
openfield (absence de haies, ...)	entretien de haies ou de murets perpendiculaires à la pente
travail du sol (labour)	travail superficiel du sol (10 premiers centimètres, sans retournement) ou le semis direct (sol perturbé le long des lignes de semis seulement)
déforestation	agroforesterie (association d'arbres et de cultures ou de prairies sur une même parcelle)
	culture en terrasses pour les zones en pente

L'artificialisation des sols



En France, entre 2006 et 2014, la surface des sols agricoles a diminué de 561 000 hectares...



... soit la superficie du département des Hautes-Alpes

Décines en 1960



Décines en 2018



Conséquences :

- Réduction des surfaces agricoles
- Imperméabilisation des sols