

ÉROSION, SÉCHERESSE, INONDATION : LE COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE, LA CLÉ DE LA RÉSILIENCE DE NOS SOLS AGRICOLES ?

Date de rédaction : 03-12-2025

Pierre COURTOIS, SPW-ARNE – Direction R&D
Service extérieur de Thuin

ÉROSION ? SÉCHERESSE ?

En 2023, avec la mise en place de la nouvelle «conditionnalité renforcée» de la PAC, les états membres de l'UE ont mis en place plusieurs points réglementaires à destination des producteurs, avec l'objectif de lutter contre différents constats problématiques liés au moins en partie au changement climatique, dont le moindre n'a certainement pas été celui lié à l'érosion des sols.

Mais parallèlement, et un peu à l'inverse pourrait-on dire, la contrainte étant ici placée sur les Etats membres, le Parlement européen a aussi adopté le 23 octobre 2025 la toute première loi européenne sur la santé des sols, qui oblige en particulier ces mêmes états membres à :

- surveiller et améliorer l'état de leurs sols (des sols «sains» sont souhaités pour 2050),
- soutenir les agriculteurs (et d'autres) à ce sujet.

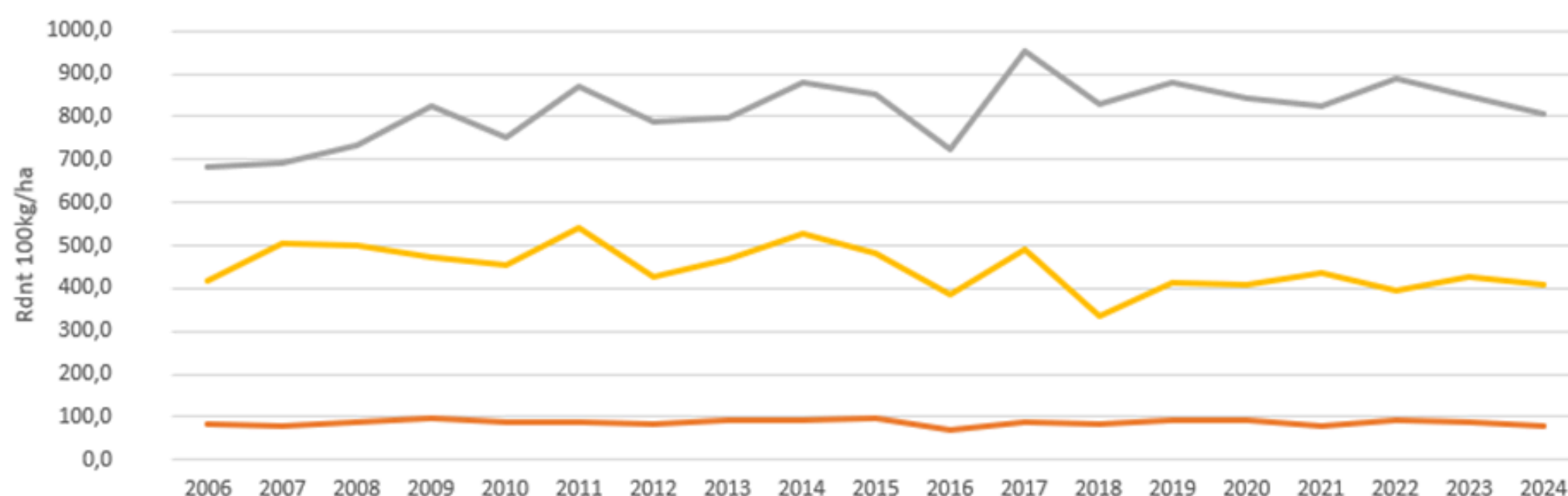
„ Mais d'où part-on ?
Les sols se dégradent-ils ?
Perd-on de la terre ? et les rendements ? “

*Relecture attentive par Gilles Colinet
(Professeur, Gembloux Agro-Bio Tech)
et Briec Hardy (chercheur CRA-W)*

Après avoir progressé sans discontinuer depuis l'après-guerre, les rendements des principales grandes cultures stagnent (au mieux) ces 20 dernières années, comme le montre le graphique 1 ([chiffres StatBel](#)).

Si le rendement du froment d'hiver se maintient (mais stagne), celui de la pomme de terre de conservation est en tendance clairement baissière depuis 2010-11, et celui de la betterave n'a plus dépassé les 90 t/ha depuis 2017... l'évolution climatique est vraisemblablement une des explications principales, mais qu'en est-il de l'évolution du sol ? Nos sols de grandes cultures sont-ils armés (plus ou moins qu'avant ?) pour résister à ce changement ?

Un **paramètre essentiel** permet d'évaluer la **capacité de résilience d'un sol**, notamment par rapport à l'érosion : **le bon état de son complexe argilo-humique**^[1].



Graphique 1: Évolution des rendements de 2006 à 2024 de quelques cultures principales (gris= betterave sucrière, jaune= pomme de terre de conservation, orange= froment d'hiver). Les données viennent de Stabel

[1] La pédologie moderne évoque plutôt maintenant les « associations organo-minérales », mais nous trouvons plus parlant le terme de « complexe argilo-humique », puisqu'il est bien question de parler de complexation, d'argile et d'humus... et qu'au moins l'argile et l'humus suscitent des images qui parlent aux agriculteurs...

COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE (CAH)

Dans nos conditions pédoclimatiques, la matière organique non complexée avec l'argile se minéralise plus rapidement, et les argiles non complexées avec la matière organique se dispersent. Cette complexation organo-minérale protège donc aussi bien la matière organique que la structure du sol. C'est ce qui conditionne le bon état du complexe argilo-humique, c'est-à-dire la stabilité du sol concerné, sa capacité à nourrir les plantes et aussi à héberger la vie (la biodiversité du sol).

” **Complexation, qu'est-ce à dire** “

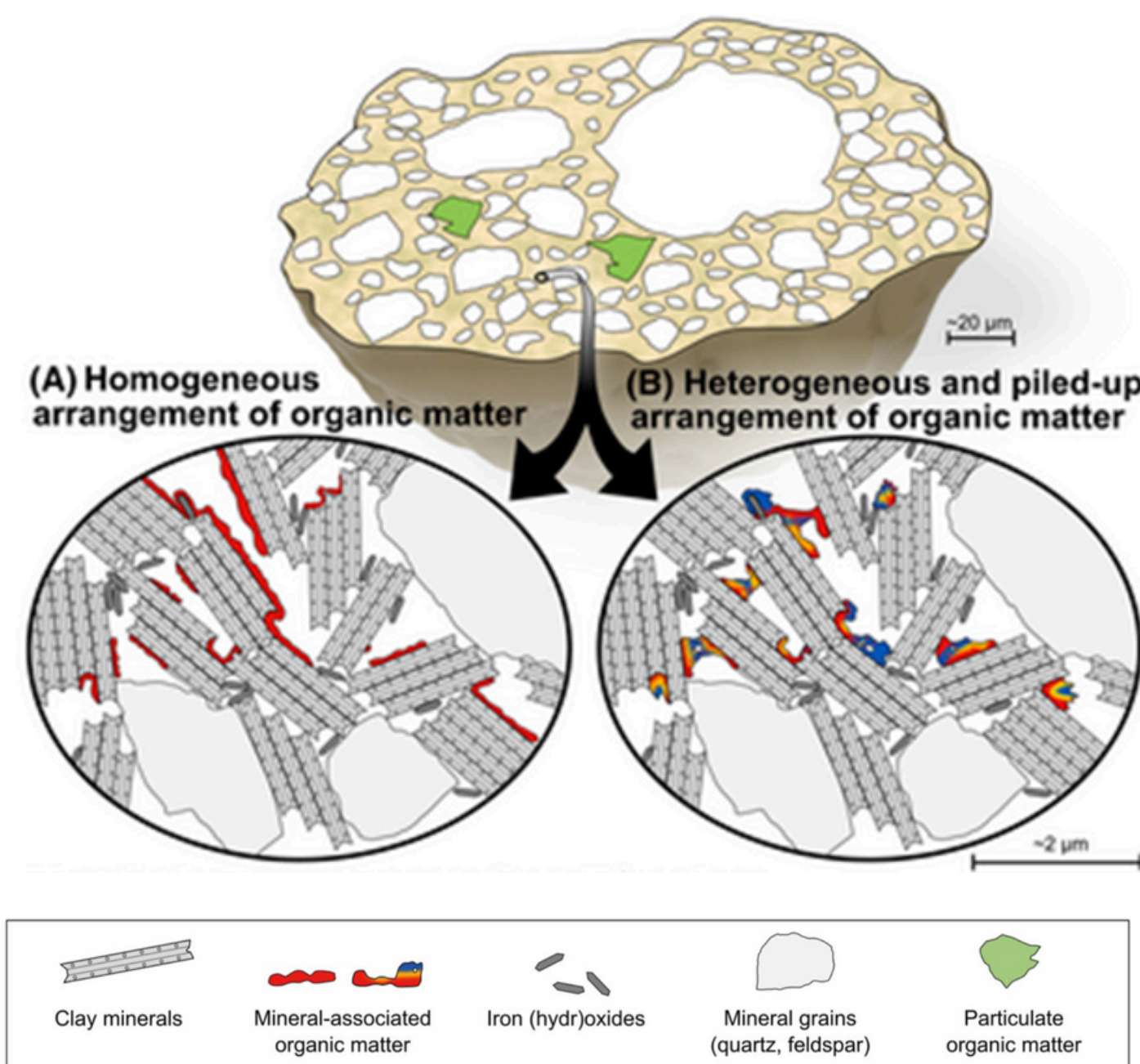
L'humus (matière organique) et les argiles (matière minérale) sont des molécules électriquement chargées de façon négative : telles quelles, elles ont donc tendance à se repousser les unes des autres, comme les deux faces de même signe de deux aimants, d'où la dispersion mentionnée plus haut. L'ensemble formé est donc à tendance clairement instable, et ceci d'autant plus si ces deux types de molécules ne sont pas conjointement suffisamment présentes : l'organisation géométrique de ces deux molécules est radicalement différente (type « pâte feuilletée » pour l'argile, type « filaments » pour l'humus) et se complète très bien pour se protéger mutuellement... si on règle la question du fait qu'elles se repoussent, étant de même signe électrique.

Pour maintenir une bonne structure, l'agriculteur a donc à ce sujet deux leviers principaux : maintenir un bon niveau de matière organique du sol et s'assurer que celui-ci soit correctement chaulé. En effet, ces deux éléments vont permettre de former des agrégats stables, qui vont permettre au sol de mieux résister à la battance et à la compaction :

- la matière organique, carburant de la vie du sol, va promouvoir l'activité biologique, et va produire des petites molécules organiques qui vont jouer un rôle de colle au sein des agrégats ;
- le calcium apporté par le chaulage, chargé positivement en solution (Ca^{2+})[2], va quant à lui permettre de réaliser des ponts entre les particules argileuses et organiques, qui ont une charge électrique négative.

Pour avoir des agrégats stables, et donc un sol qui résiste efficacement à la battance et à l'érosion il faut dès lors à la fois suffisamment de matière organique par unité d'argile, et des sols correctement chaulés.

Les filaments formés par l'humus autour de l'argile améliorent la rétention de l'eau et de ces cations, lesquels viennent alors attirer les molécules négatives que sont l'humus et l'argile (avec surtout les ponts calciques), processus appelé « floculation » et amenant la formation du « complexe argilo-humique ».



Schweizer, 2022 in J. Plant Nutr. Soil Sci. 2022;185:694–706. agencements de la matière organique (A) homogène et (B) hétérogène et empilée.

La teneur en humus d'un sol est directement proportionnelle à la teneur en carbone organique de ce sol, que l'on désigne (lorsqu'on la mesure) par Carbone Organique Total (COT). D'où l'intérêt d'étudier le rapport entre le COT et le % d'argile.

Mais quel rapport avec l'érosion et le changement climatique ?

[2] Une molécule dissoute se divise dans le solvant (ici, l'eau) en ions, et la molécule de départ étant électriquement neutre, il se forme nécessairement un ou plusieurs cations (ions +) et anions (ions -).

STABILITÉ STRUCTURALE

On comprend intuitivement que cette floculation va amener argile et humus à former des agrégats plus gros (complexation), et que la taille de ces agrégats va revêtir un caractère prédominant quant à la stabilité de l'ensemble.

Il existe des tests pour éprouver la résistance des agrégats à l'éclatement, et plus l'agrégat est stable, plus la taille des éléments résistants au traitement est élevée.

A ce sujet, le MWD (Mean-Weight Diameter, càd le diamètre moyen pondéré) est un indicateur fiable de la stabilité des agrégats (SA) : un MWD < 0,4mm dénote une SA très instable, entre 0,4 et 0,8 mm instable et >0,8mm stable

Une étude récente[3] (menée pour le territoire de la Région wallonne) a notamment montré que lorsqu'on met en relation le rapport COT/Argile et le MWD, les nuages de points sont bien distincts pour les 3 catégories de sols (légers, moyens, lourds) et permettent de mettre en évidence ces seuils par rapport aux MWD seuils (0,4mm et 0,8mm). Extrait de cette étude :

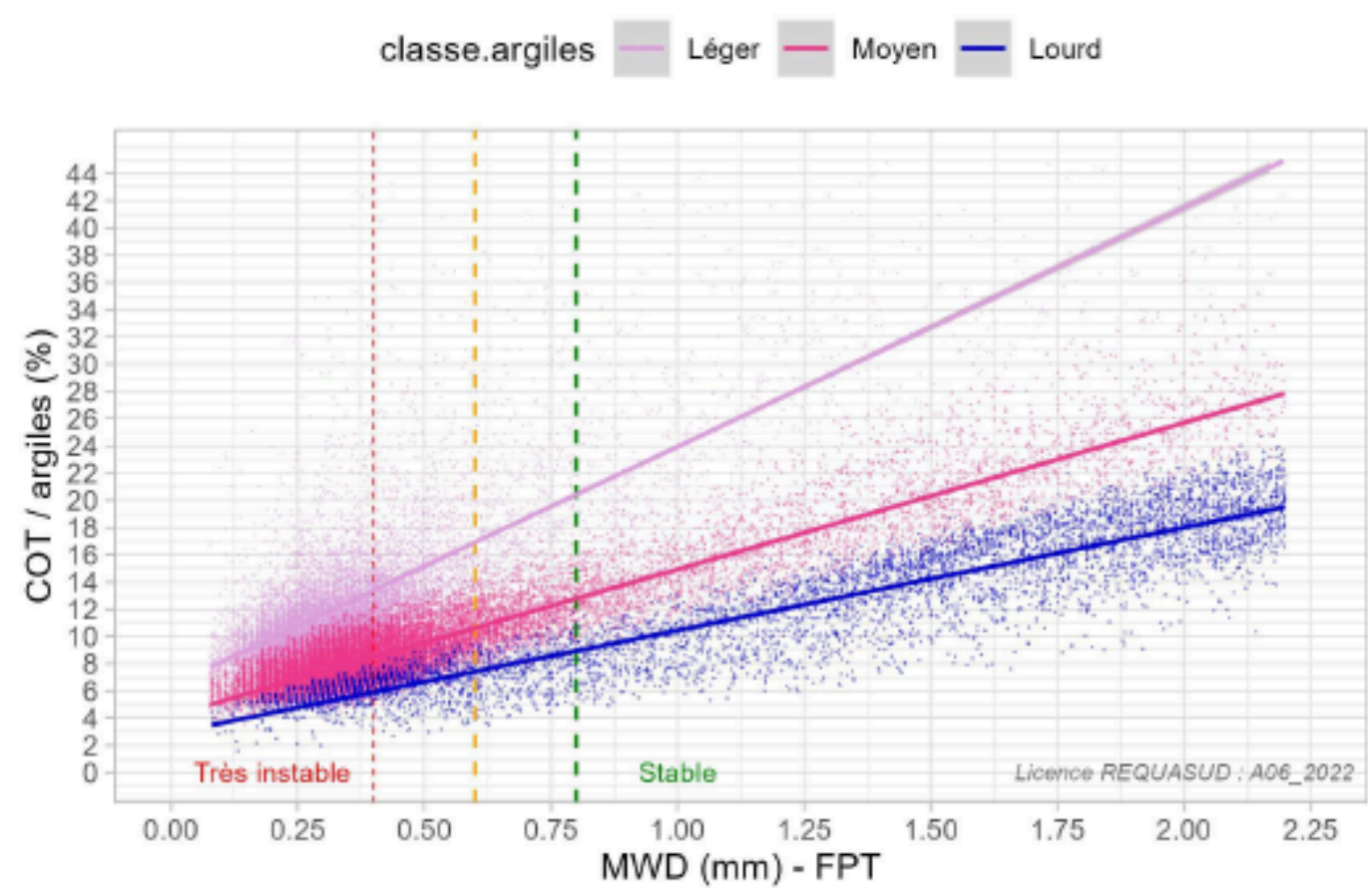


Figure 3.3 : relation entre MWD estimé (Mean Weight Diameter - mm) des agrégats et indicateur COT / argiles issu de l'analyse de données de la BDsol de Requasud (licence A06/2022) et de la carte 'corrigée' des teneurs en argiles.

Tableau 3.1 : estimation des valeurs seuils de l'indicateur COT / Argiles pour les différentes classes de sols.

Type de sol (% argiles)	Rapport COT/Argiles 'Défavorable'	Rapport COT/Argiles 'Transition'	Rapport COT/Argiles 'Favorable'
Léger (< 12%)	< 13.4%	13.4 - 16.9 %	> 16.9 %
Moyen (12 - 19 %)	< 8.5 %	8.5 - 10.5 %	> 10.5 %
Lourd (> 19 %)	< 5.9 %	5.9 - 8.9 %	> 8.9 %

On notera donc que c'est ce tableau qui est largement à la base de celui qui pilote le classement des parcelles en « défavorable », « transition » ou « favorable » dans le cadre de la nouvelle MAEC (Méthode Agri-Environnementale et Climatique) « sols » ou MR 14 (Méthode au Résultat).

Cette MAEC encourage clairement les agriculteurs à s'intéresser à l'état de leur CAH, et fera l'objet d'un prochain article. En attendant, cette MAEC est consultable ici : MAEC Sol - MR14 (Nouveauté 2025) - Portail de l'agriculture wallonne

Et donc, pour des sols :

- **légers** (Région agricole sablo-limoneuse, campine hennuyère...), COT/arg de 14% = COT de min 1,7%, cela signifie un taux d'humus de 3,4% (!)[4],
- **moyens** (certains sols sablo-limoneux, région limoneuse, Hesbaye), COT/arg de 8% = COT de min 1,5% c'est-à-dire un % humus de 3%,
- **lourds** (Ardennes, Hte Ardennes, certains sols limoneux...), COT/arg de 6% = COT de min 1,14% c'est-à-dire un %humus de 2,3%.

Ce sont ces seuils qui vont piloter le fait que le sol concerné sera en mesure ou non de résister aux divers phénomènes d'érosion.

” Mais quelle est l'évolution pour ces 60 dernières années de l'état du CAH, et que peut-on en déduire sur la stabilité structurale, et donc la capacité des sols à résister au changement climatique (érosion, sécheresse, ruissellements excessifs...) ? “

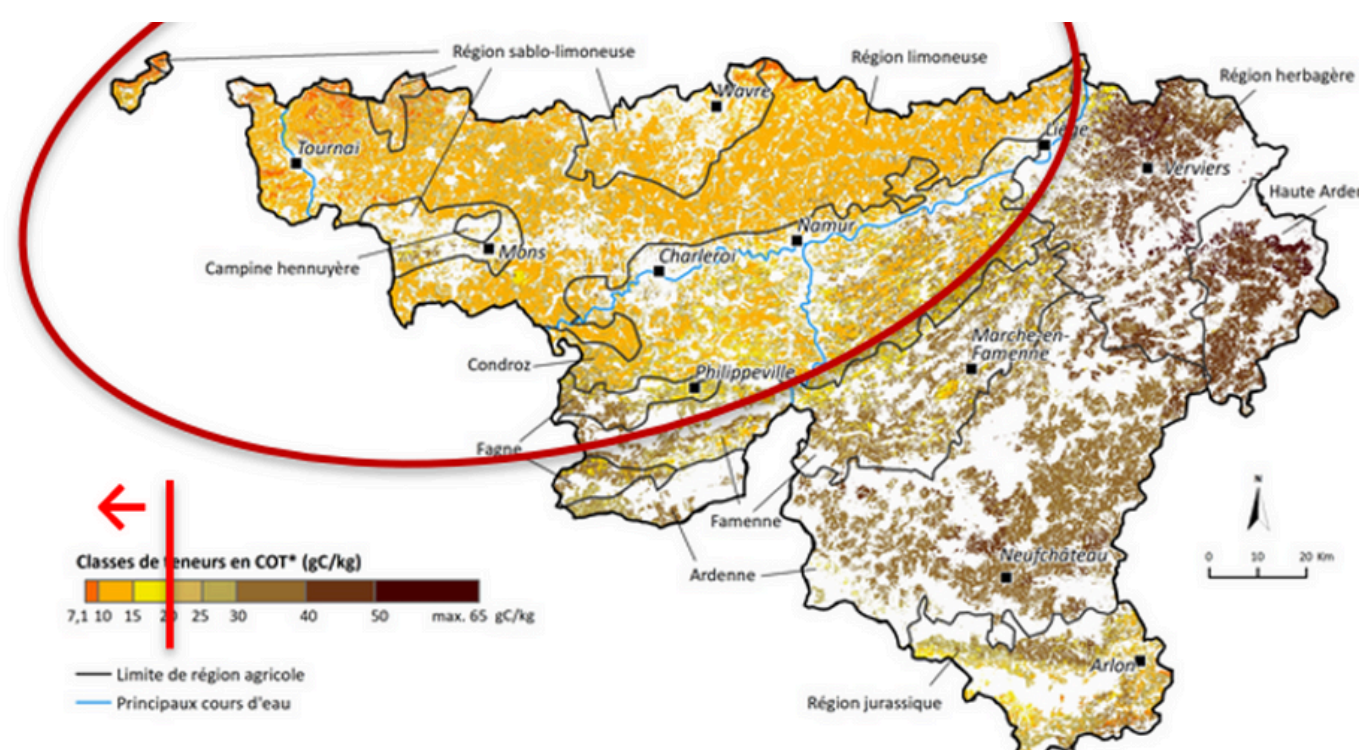


[3] Chartin C., van Wesemael B., Goidts E., 2024. « Implémentation de la mesure agro-environnementale et climatique 'sol' (MAEC sol) – consolidation scientifique ». Convention Région Wallonne – UCLouvain - cahier spécial des charges n° [O3.07.05-22-2125] -

[4] Selon les standards appliqués par les laboratoires de Requasud, le %humus=COT X 2

EVOLUTION DU TAUX DE CARBONE ORGANIQUE ET DE LA STABILITÉ STRUCTURALE

Depuis 1959, on a perdu plus de 20% de COT dans les terres arables wallonnes (Etat de l'environnement wallon 2020), et la carte ci-dessous montre que pour 90% des terres en grandes cultures, on tombe en dessous des 2% de COT, et pour la plupart d'entre elles, à moins de 1,5% de COT (zones en orange), soit moins de 3% d'humus.



Ce qui signifie que dans toutes ces zones (**entourées en rouge ci-dessus**), en général moyennement pourvues en argile, la bonne santé du complexe argilo-humique n'est plus suffisamment assurée, par manque d'humus et donc de carbone organique, et que de ce fait le risque est grand que les sols concernés deviennent instables, et donc beaucoup plus sensibles à l'érosion.

Erosion qui, à son tour, peut amplifier le phénomène, car celle-ci peut signifier la mise à jour d'horizons plus riches en argile (qui ne sont plus recouverts), avec une plus grande quantité de matière organique (et donc de C organique) nécessaire pour amener une complexation suffisante de ces argiles.

Mais aussi, cela signifie que ces sols ont une capacité nettement diminuée en termes de :

- **garde-manger**, car c'est un CAH en bonne état qui est capable de garder par adsorption ou rétention d'eau les éléments nutritifs tels que les différents cations et anions,
- **rétention d'eau**, car « les filaments » de l'humus jouent un rôle majeur à ce sujet, surtout quand ils sont bien complexés avec l'argile,
- **maintien de la vie dans le sol**, car c'est un CAH en bonne état qui constitue un véritable nid nourrissant et protecteur pour les différents micro-organismes ou macro-organismes du sol (tels les lombrics).



EN CONCLUSION

Un **complexe argilo-humique** (ou association organo-minérale) en bon état est donc la condition *sine qua non* pour que nos sols puissent assumer les rôles essentiels suivants :

- **assurer la stabilité nécessaire** pour que ces sols (et les cultures qui sont dessus !) restent purement et simplement en place, stabilité qui n'est plus suffisamment assurée dans la majeure partie des surfaces de grandes cultures par manque de matière organique (Carbone Organique Total < 1,5% en sols moyens) ;
- **assurer la fourniture et le stockage des éléments nutritifs**, ce qui est compromis, dans les mêmes régions, par la taille insuffisante des agrégats et le « réservoir » organique insuffisant ;
- **assurer une rétention d'eau suffisante**, compromise également aux mêmes endroits pour la même raison, avec des corollaires quant à l'importance accrue des écoulements (effet boule de neige sur l'érosion) et quant à l'impact également accru des sécheresses ou des épisodes trop pluvieux...



Des informations sur les pratiques agricoles qui permettent d'atteindre un bon niveau d'indicateur COT/argile sont disponibles dans le document d'orientation suivant mis au point par des experts en matière de protection des sols : https://gitrural.cra.wallonie.be/portail-public/documents-u07/-/raw/main/doc_orientation_maec_sols.pdf

Enfin, il restera à tout producteur (surtout dans la zone de grandes cultures) à déterminer comment situer l'état du complexe argilo-humique de ses parcelles dans l'évolution de son patrimoine agricole (qui est aussi celui de notre société).

[6] Selon les standards appliqués par les laboratoires de Requasud, le %humus=COT X 2