EDIWALL

LA STABILITÉ STRUCTURALE DU SOL : un indicateur de bonne santé des sols (résistance et résilience)

Rédaction septembre 2025

Article rédigé par DESMET Florence, GEORGES Benoit NIHOUL Philippe, COURTOIS Pierre et POCHET Pascal du SPW-ARNE de la Direction R&D (services extérieurs)

1. QUALITÉ D'UN SOL ET STABILITÉ STRUCTURALE

La qualité d'un sol se définit par sa capacité à remplir de multiples fonctions qui sont souvent liées entre elles d'un point de vue fonctionnel, allant bien au-delà de la simple production de biomasse végétale. Dans notre approche de pistes d'adaptation à la sécheresse, le sol reste le réservoir en eau pour les plantes.

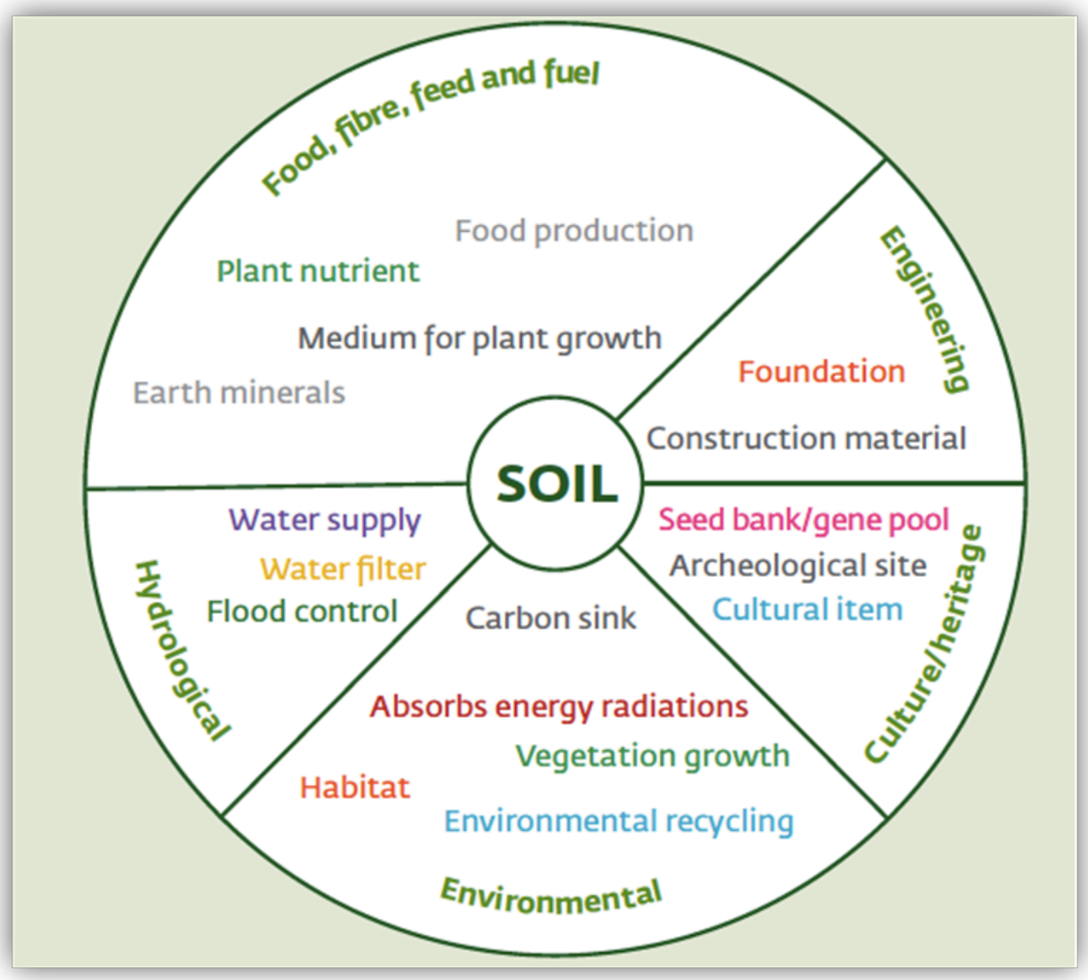
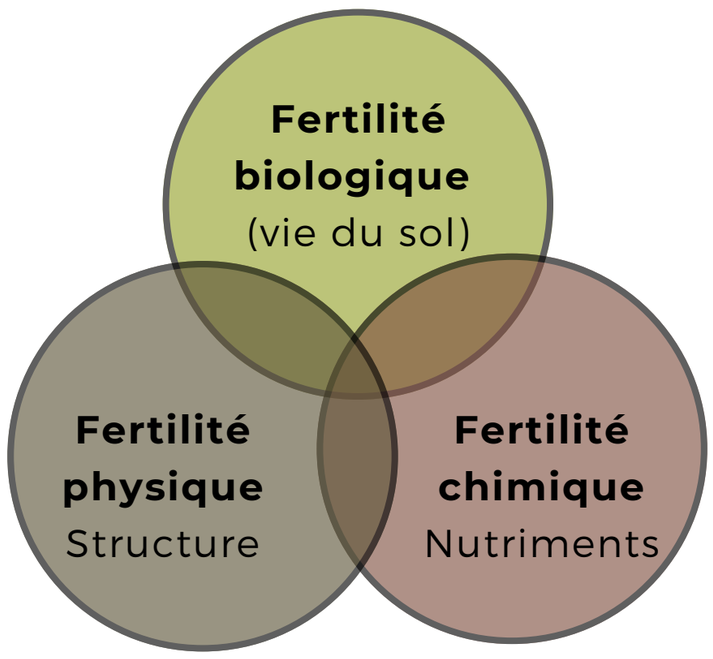


Illustration 1 : les services écosystémiques du sol (Pascal Boivin, HEPIA, 2025)

Nous rappellerons que la fertilité d'un sol comprend des aspects physiques, chimiques et biologique.



Synthèse de l'intervention du 2 octobre 2025 de Dr Pascal Boivin, Professeur à la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO), Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture (HEPIA) de Genève dans la saison 2 des agri- webinaires des services extérieurs du SPW-ARNE .

Pour Pascal Boivin « La qualité physique du sol, longtemps négligée, est aujourd'hui reconnue comme le premier pilier du diagnostic de fertilité. Sans une bonne structure, les efforts sur la fertilité chimique ou biologique sont souvent vains. »

Une part de la qualité d'un sol repose sur sa stabilité structurale. Cette dernière désigne la capacité du sol à conserver sa structure face aux agressions mécaniques (passage d'engins, travail du sol), chimiques (perte de matière organique, acidité, salinité) ou climatiques (pluie, sécheresse). Cette stabilité conditionne la fertilité physique du sol, c'est-à-dire sa capacité à assurer les fonctions essentielles : infiltration et stockage de l'eau, aération, enracinement, vie biologique, résistance à l'érosion et à la compaction.

La qualité de la structure du sol définit sa qualité physique.

Wallonie

2. STRUCTURE DU SOL ET SYSTÈMES PORAUX

« La structure d'un sol désigne le mode d'assemblage, à un moment donné, des particules minérales (argile, limon, sable) et organiques, associé à la présence de **pores** de différentes tailles des constituants d'un sol. **La structure,** contrairement à la texture qui ne change pas, **est un état qui évolue dans le temps.** » (*Lozet et Mathieu, 1990).*

On distingue les pores structuraux et les pores du plasma :

- **Les pores structuraux (biopores, fissures, vides d'assemblage)** sont visibles à l'œil nu ou au microscope, assurent la circulation de l'air et de l'eau et servent d'habitat à la vie du sol.
- **Les pores du plasma (complexe argilo-humique),** très fins, ils jouent un rôle de tampon pour l'eau et les nutriments mais sont trop petits pour la vie biologique.

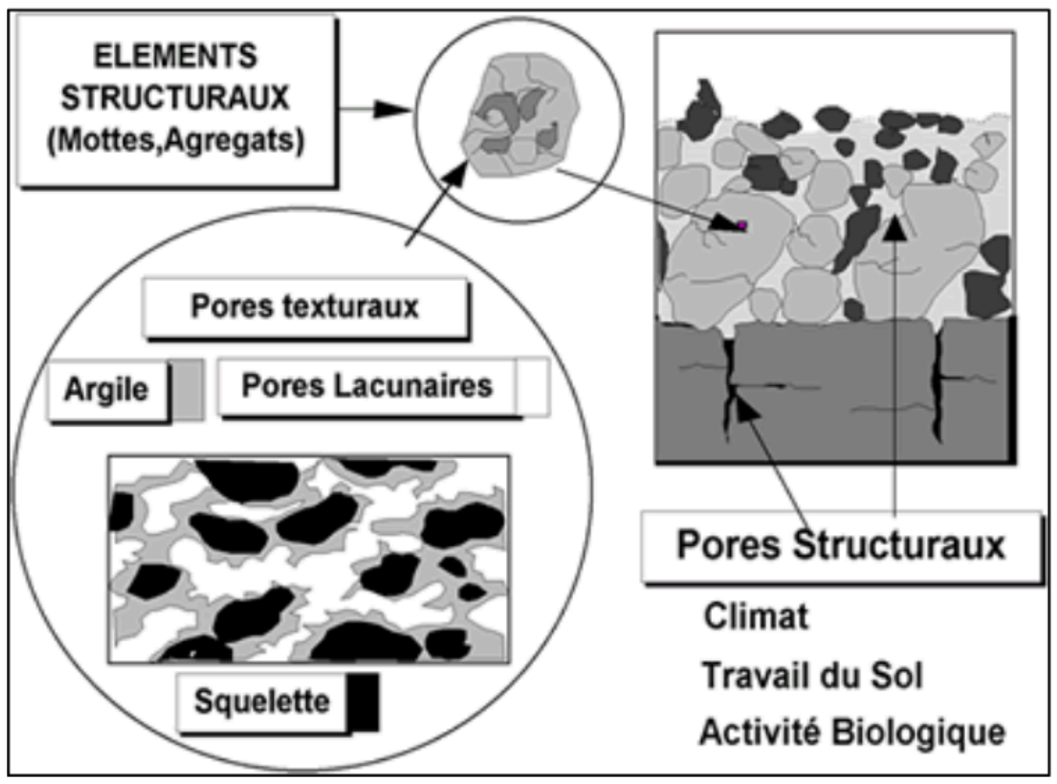


Illustration des pores structuraux et texturaux par Lissy A-S 2020

Un sol bien structuré présente une porosité fine, continue, sans discontinuité ni zones compactées. La structure peut ainsi se dégrader sous l'effet d'un d'engin (compaction), mais aussi se restaurer grâce à l'activité biologique et à la gestion de la matière organique.

3. RÉSISTANCE, RÉSILIENCE ET VULNÉRABILITÉ

Trois notions fondamentales sont à retenir en lien avec la structure d'un sol: la résistance, la résilience et la vulnérabilité.

La résistance est la capacité de la structure à se maintenir face à un stress (mécanique, hydrique, etc.). Elle dépend de la teneur en matière organique, de la texture, des conditions météorologiques.

La résilience est la capacité de la structure à se régénérer après une atteinte. Elle est très liée à la matière organique et à l'activité biologique.

La vulnérabilité est la combinaison des deux précédentes. Plus un sol est résistant et résilient, moins il est vulnérable. La vulnérabilité dépend fortement du rapport matière organique/argile

4. MATIÈRE ORGANIQUE : LEVIER CENTRAL

La matière organique est le facteur numéro un de la stabilité structurale. Elle favorise la formation d'agrégats stables, améliore la porosité, la résistance et la résilience du sol. Les fonctions du sol (aération, infiltration, activité biologique, épuration de l'eau, etc.) sont en grande partie proportionnelles à la teneur en matière organique.
Or, l'évolution de l'agriculture depuis le début du XXe siècle a entraîné une perte massive de matière organique ([1]). Cette perte a des conséquences directes sur la dégradation des fonctions du sol.

5. LE RAPPORT MATIÈRE ORGANIQUE/ ARGILE :UN INDICATEUR CLÉ

Pour évaluer la stabilité structurale, Pascal Boivin insiste sur l'importance du rapport matière organique/argile[2] :

- **24 %** : structure très bonne, faible vulnérabilité, càd un COT/argile ≥ 1/7,
- **17 %** : limite acceptable, càd un COT/argile ≥ 1/10,
- **12 %** : structure dégradée, remédiation nécessaire, càd un COT/argile ≥ 1/14.

Moins un sol est argileux, plus il faut de matière organique pour atteindre une bonne stabilité[PC4] . Ce rapport est un indicateur de diagnostic précieux, utilisé notamment dans la MAEC sol (MR 14).

Pour aller plus loin: Article « Érosion, sécheresse, inondation : le complexe argilo-humique, clé de la résilience de nos sols agricoles ? »).

[1] L'état de l'environnement wallon fait état d'une perte de 20% de COT (horizon de surface) pour les sols cultivés entre les périodes 1949-1972 et 2004-2014
[2] Rappelons que dans les laboratoires, seul le Carbon organique total (COT) est mesuré, et que le % matière organique est calculé à partir du COT, selon la formule %MO=1,725%COT en Suisse, et %MO=2%COT en RW pour les laboratoires de RequaSud.

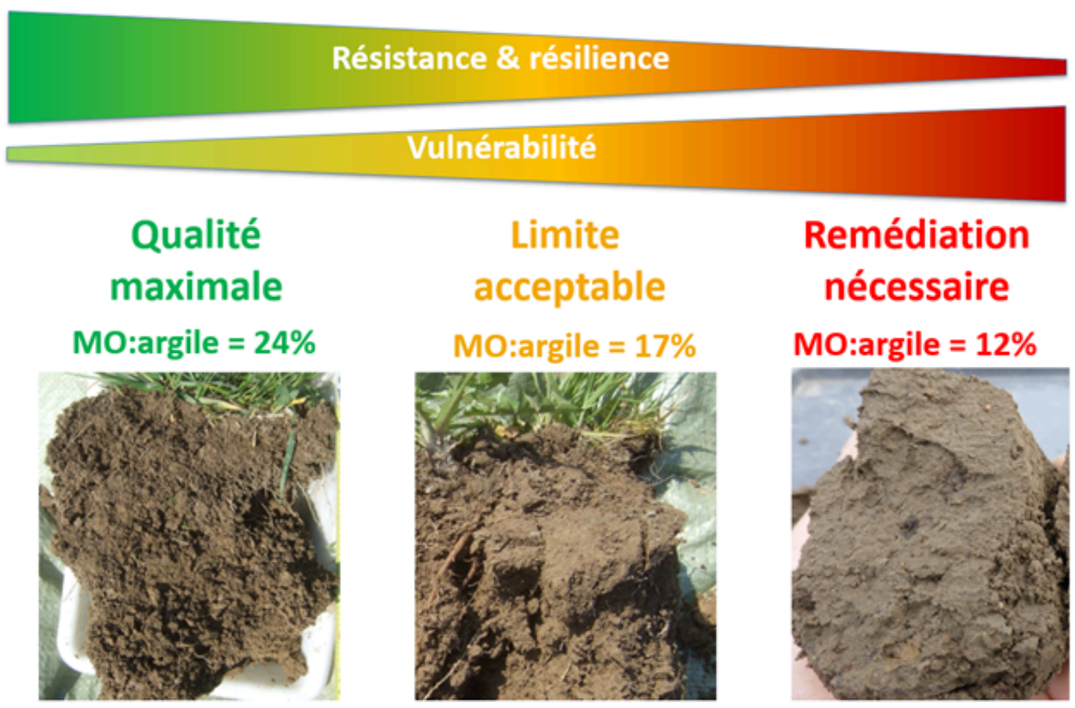


Illustration Evaluation de la stabilité structurale (Boivin Pascal, 2025)

Cet indicateur n'est pertinent que pour les sols pour lesquels la complexation entre la matière organique et l'argile est le phénomène explicatif premier de la constitution de la structure. Pour les sols sableux, crayeux ou volcaniques, d'autres stratégies et indicateurs sont nécessaires.

6. MÉTHODES D'ÉVALUATION DE LA STABILITÉ STRUCTURALE

Plusieurs méthodes d'évaluation de la stabilité structurale existent et sont adaptées à différents contextes :

- Les **tests de stabilité des agrégats en laboratoire ou sur le terrain** consistent à observer la résistance des mottes de sol plongées dans l'eau.
- Les **tests de dispersion des argiles** évaluent la tendance des argiles à se mettre en suspension, signe de fragilité structurale.
- Le **test bêche (VESS, "Visual Evaluation of Soil Structure"**) est une évaluation visuelle de la structure, avec un score de 1 à 5. Présence de « mottes fermées » = structure à améliorer. Outil simple, rapide, accessible à tous, recommandé pour un suivi de routine.

annexe1 Test bêche VESS page 4

- Les **analyses physiques spécialisées sont des analyses du retrait (physique et quantitatif)** et sont utilisées en recherche ou pour des diagnostics approfondis.

On peut ajouter l'IQSW, dont seule l'option « citoyen » est disponible actuellement (https://www.wallonie.be/fr/actualites/evaluez-facilement-la-qualite-de-votre-sol-grace-loutil-iqsw).

7. LEVIERS D'ACTION POUR AMÉLIORER LA STABILITÉ STRUCTURALE

Trois leviers d'action sont prioritaires :

- **augmenter la matière organique** avec des couverts végétaux en optimisant la biomasse et la diversité, par la restitution des résidus, par des apports de fumier ou de bois raméal fragmenté (BRF),
- **limiter l'intensité mécanique** en réduisant le travail du sol et en évitant les passages d'engins lourds en conditions humides,
- **surveiller le pH** en évitant un pH trop acide qui bloque la structuration et le stockage du carbone.

EN CONCLUSION, QUELQUES CLÉS POUR LES AGRICULTEURS

- La stabilité structurale se gère à court et moyen terme : chaque pratique compte !
- La matière organique est le levier numéro un pour améliorer la structure et la résilience de vos sols.
- Les couverts végétaux, bien conduits, sont un « couteau suisse » pour régénérer les sols et doivent être maximisés.
- L'analyse de sol doit devenir un réflexe, non seulement pour la fertilisation, mais aussi pour piloter la qualité physique du sol.

Pour Pascal Boivin « Prendre soin de la structure du sol, c'est investir dans la durabilité de son exploitation. Les outils existent, à chacun de les adapter à ses parcelles ! »

ANNEXE 1 TEST BÊCHE (VESS, “VISUAL EVALUATION OF SOIL STRUCTURE”)

VESS2020 Version 10.06.2020	Couche entière: taille des agrégats/mottes	Agrégat/motte intact: Taille	Agrégat/motte intact: Forme	Résistance [observable seulement en conditions d'humidité optimales, sinon se référer à "aspect après ouverture"]	Ouvrir (briser) la motte	Taille et forme des agrégats/fragements ouverts	Aspect après "ouverture": Forme	Aspect après "ouverture": Porosité	Racines et couleurs [racines observables uniquement quand les cultures sont bien établies]
Sq1 Très bien (friable)		La plupart font moins de 6 mm [critère à exclure si travail du sol récent -- > se référer uniquement à la forme]	**Grumeleux.** Agrégats petits et arrondis	Agrégats se désagrègent très facilement avec les doigts	Motte poreuse (ouverte): motte colonisable par des racines. Lorsqu'on ouvre la motte, elle se brise de façon irrégulière, pas exactement où on veut. Pour Sq1-2 la motte semble être composée de plus petits agrégats.	1.5 cm	Les agrégats sont composés de plus petits agrégats, maintenus ensemble par des racines	Très poreux	Racines à l'intérieur des agrégats
Sq2 Bien (intact)		De 2 mm à 7 cm [critère à exclure si travail du sol récent -- > se référer uniquement à la forme]	Agrégats arrondis. Pas de mottes fermées	Agrégats se désagrègent facilement avec les doigts		6 cm	L'ouverture des agrégats révèle quelques agrégats plus petits et des faces irrégulières	**Poreux**	Racines à l'intérieur des agrégats
Sq3 Moyen (ferme)		De 2 mm à 10 cm. 2/3 font plus de 2cm	Mélange d'agrégats arrondis de différentes tailles. Mottes anguleuses fermées aussi possible	La plupart des agrégats se désagrègent facilement entre les doigts		faces légèrement irrégulières	L'ouverture révèle des faces plus ou moins rugueuses. Possibilité de faces planes	**Peu poreux.** Présence possible de quelques macropores et fissures.	Racines en général dans les agrégats
Sq4 Mauvais (compact)		Environ 2/3 des mottes font plus de 10 cm. 1/3 des mottes peuvent faire moins de 7 cm	Motte fermée sub-angulaire. Possibilité de bords anguleux. Structure lamellaire ou fissurée	Assez difficile de briser les mottes avec une seule main	Motte non poreuse (fermée): motte difficilement ou pas colonisable par les racines. Lorsqu'on ouvre la motte, elle se brise exactement où on veut ou bien le long de fissures et révèle des faces planes.	13 cm; macropores distincts; face plane	L'ouverture des mottes révèle des faces plutôt planes	Peu ou pas de porosité visivble sauf macropores biologiques	**Racines** généralement **regroupées dans les macropores et fissures** ou autour des mottes fermées
Sq5 Très mauvais (très compact)		La plupart font plus de 10 cm	Motte fermée anguleuse	Très difficile de briser les mottes avec la main		bords anguleux; 15 cm; racines restreintes	Révèle des faces planes avec des bords anguleux. **Possible de faire des cubes à bords nets**	Non poreux. Porosité restreinte à quelques macropores et fissures	Zones anoxiques avec couleur **gris-bleu possible**. S'il y a des racines, elles sont uniquement dans les fissures ou autour des mottes

Source: https://www.progres-sol.ch/fileadmin/progres-sol/VESS2019.pdf

Editeur responsable : Renaud Baiwir – Avenue Prince de Liège, 15 – 5100 Jambes
Dépôt légal : D/2025/11802/255