

Annexe 1

Fiche 08- Découverte du sol par le profil 3D- Détail des activités – séquences - étapes

Demi journée 1 – “Offre” d’un sol et méthode S.P.E.E.D.

Activité 1 : 1h30

Une série de photos de sol (6 à 8) sous cultures est présentée aux apprenants: à partir de ce support, il sera demandé de décliner «*un peu à la Prévert*» en termes français ce qu’un sol doit être en capacité d’offrir à une culture pour que l’agriculteur.rice soit satisfait.

Une fois cet exercice fait (*on rebondira sur les résultats de cet exercice dans l’activité suivante*), est alors défini :

- Ce qu’est un sol en termes français (une diapo d’un profil servira de support).
- Pour enrichir ce premier concept de « sol », est décliné le sol versus *concept antique* et montrer comment en 3 phrases l’agropédologie moderne a été décrite (analyse littéraire du texte suivant est proposée : « *la terre est l’estomac des plantes qui en reçoivent une nourriture prête à la digestion. Elle dispose d’une quantité immense de forces qui nourrit la plante...* »).
- Concept actuel *versus fonctions systémiques* : les engrenages des fonctions des sols (Projet Européen Landmark).
- Concept de *fertilité des sols* afin d’introduire l’activité suivante qui a vocation de cibler la *fertilité physique* comme l’un des 3 piliers de la fertilité du sol : l’objectif est de faire passer le message que derrière la notion de fertilité physique, mécanique des sols se cache une notion fondamentale **la porosité du sol** (Pour une Agriculture de Préservation de la Porosité des Sols et non de Conservation des Sols).

Activité 2 (2,5 h)

- Séquence 1 : quoi, pourquoi et comment observer ?

En lien avec l’exercice introductif de l’activité 1, l’enseignant doit faire émerger les éléments (*de la physique du sol*) qu’un sol doit être en capacité d’offrir et qu’on devrait pouvoir identifier sur le terrain : comme la chose n’est pas aisée, l’enseignant.e pose la question «*sur le terrain qu’est-ce qui faciliterait l’observation du sol pour comprendre l’offre du sol*» (réponses : les racines, ...), « *qu’est-ce que l’on cherche à regarder pour comprendre l’offre du sol* » et on s’appuiera sur les éléments identifiés par les apprenants en introduction de l’activité 1. L’enseignant.e devra collecter cette information et trier les réponses selon qu’elles concernent la physique du sol (par ex : profondeur, cailloux, alimentation en eau, etc.), la chimie, nutrition ... et la MO, vie biologique... :

Quand observer les sols ? On s’appuiera sur des photos mettant en évidence des systèmes racinaires différents et des photos prises avec des sols engorgés.

Faire émerger que les critères essentiels (ceux que l'on devra en priorité repérer sur le terrain) portent sur la porosité du sol en lien avec la pluie (à partir de diagrammes de précipitations annuelles moyennes ou de données climatiques nationales moyennes rappeler que les quantités d'eau pluviales seront de plus en plus importantes en quantité sur des laps de temps courts et que le sol doit « encaisser » ces masses d'eau pluviale ...et pour cela il faut ??? : une « bonne » porosité...des trous . le mot POROSITÉ doit émerger.

Pourquoi le chargeur frontal comme outil de diagnostic par rapport à d'autres outils ? (on parle actuellement de **profil 3D**) : décliner les avantages de cet outil en contexte agricole et d'autodiagnostic. L'idée est de se mettre à la place d'un agriculteur « qui n'y connaît rien en pédologie » : on peut s'appuyer sur des vidéos où la technique du chargeur frontal est mise en œuvre (YouTube en propose) et décliner les avantages /inconvénients (facilité de creusement et d'observation, profondeur, mise en lumière de fragments/mottes, lignes horizontale, verticales ...etc).

- Séquence 2 : déclinaison de la méthode S.P.E.E.D

L'objet de cette séquence est de décliner en pas à pas une approche *simpliste* d'observation d'un sol agricole à partir de la méthode du profil au chargeur frontal (fonctionne aussi à partir d'un profil vrai mais nécessite une technique de préparation du profil que tout le monde ne possède pas) avec en critère récurrent **la porosité**: l'œil humain peut distinguer des trous jusqu'à un diamètre d'un cheveux...mais l'écoulement gravitaire se poursuit jusqu'à un diamètre de 10-20 μ (de très très très fins cheveux alors).

Étape 1, coup d'œil sur la surface du sol.

L'objectif est de faire prendre conscience qu'un sol est, en première approche, une surface que l'on travaille, sur laquelle on roule ...donc qu'on peut notamment impacter : des photos ciblées de surface de sol agricole permettront de faire prendre conscience que si la porosité de surface est altérée ...l'eau ne rentre pas (faire émerger les conséquences : moins d'eau pour les plantes, érosion hydrique, coulées de boues ...etc).

Étape 2, Identifier la limite entre deux « Horizons* » :

L'Horizon à **Responsabilité (HR)** et l'Horizon **Naturel (HN)**. Cette limite, en situation de sol cultivé, se trouve en moyenne entre 25 cm et 40 cm : cela signifie que le premier regard que l'on portera sera dans cette tranche 25/40 cm. L'enseignant expliquera que ce terme « **responsabilité** » implique que cette tranche de sol (entre 0 et 25/40cm) est la zone qui bénéficie/subit les actions liées à la conduite de la culture. L'horizon naturel correspond au sol tel qu'il est depuis sa construction naturelle et qui ne subit pas l'impact de l'homme (on abordera plus tard comment apprécier l'offre de l'Horizon Naturel en système de culture). L'exercice (en s'appuyant sur des photos) est de montrer qu'entre ces 2 univers HR et HN la limite peut-être difficile à trouver (*progressive*) ou évidente à trouver (*nette et continue*). L'interprétation à faire émerger est : limite progressive = atout ou contrainte ? et qui est responsable de cette limite progressive/nette : Une limite entre HR et HN difficile à distinguer (limite progressive) traduit un transfert efficace entre ces deux volumes, transfert généralement dû à la macrofaune lombricienne.

La notion d'*Horizon** sera le seul terme pédologique qu'on s'autorisera : l'enseignant devra définir ce qu'est un horizon (définition à prendre dans le guide pour la description des sols ou lexique pédologique : *volumes superposés entre lesquels des limites +/- nettes et +/- sinueuses peuvent être définies. La limite est d'autant plus difficile à localiser que la transition est graduelle. Ils paraissent macroscopiquement homogènes par leur dimension verticale perceptible à l'œil. Ils correspondent à un niveau commode d'observation pour décrire, interpréter, prélever).*

Étape 3, Dans l'HR, repérer les limites horizontales :

C'est la netteté d'une (des) limite(s) à l'intérieur de l'horizon HR qui peut être préoccupante, car «derrière» cette limite peut apparaître une surface très horizontale, voire concave, et sans porosité : l'eau, les racines, voire les lombrics ne passent plus. L'idée est d'identifier l'évidence, ce qui saute aux yeux: si on a du mal à identifier une limite ... c'est que les strates du sol sont brassées ... généralement le fruit du travail des lombrics! Très facile à voir sur un profil 3D (chargeur frontal), on cherche si l'eau peut facilement circuler à travers la limite en scrutant la présence de perforations (souvent des galeries de vers, des petits trous «d'aiguille», des passages de racines, des fentes de rétraction, des cailloux). Un outil passé en conditions humides lisse généralement ces perforations. **Donc l'existence d'une limite nette sera notre indicateur de rupture de perméabilité.** Des photos pédagogiques avec limites nettes ou progressives, surfaces perforées ou non seront présentées de manière à rendre compréhensible ces notions de limites et de perforation.

Étape 4, Dans HR, estimation de la taille et la friabilité des mottes/éléments terreux :

À travers l'identification de ces éléments terreux, extrait avec l'aide d'un couteau (de manière quasi instinctive) ou sans couteau si la motte est individualisée, l'idée est de faire passer comme message qualitatif que plus l'élément terreux est petit (=agrégat de quelques millimètres par ex) plus la situation est favorable , la « solidité » d'une motte étant très liée à l'humidité du sol et à sa capacité de friabilité...toute la difficulté de cette étape est de savoir mettre en œuvre les petits test de friabilité à faire avec ses mains, dans différentes situations (humidité ou gammes texturales) : **c'est une des séquences majeures sur le terrain ! : la friabilité est d'autant plus facile à déterminer que le sol est frais à sec. Si le sol est trop humide on tentera, à partir d'une motte de « détacher » délicatement des petits agrégats terreux, si le sol est très sec on se munira d'un marteau ou on laissera tomber la motte sur une surface dure pour vérifier sa capacité de se fragmenter en petits éléments terreux. Si ces tests mécaniques ne fonctionnent pas ...c'est que le sol a perdu (altéré) sa capacité de friabilité et les réparations seront compliquées (longues).** On proposera comme postulat, que plus la motte est de grande dimension (>décimètre) de forme cubique ou en lamelle et peu friable, plus la fertilité physique du sol est altérée. **L'évaluation du comportement mécanique des mottes doit permettre d'évaluer leur capacité à se fragmenter** donc d'évaluer les conséquences d'une intervention mécanique et biologique réparatrice, sur le court et moyen terme. Pour cette séquence, il peut à nouveau être possible de s'appuyer sur des photos mettant en évidence des formes d'éléments terreux, ou de petites vidéos où les tests de friabilité sont proposés.

Étape 5, Autres critères à identifier sur HR:

On pourra y apprendre à identifier les autres critères morphologiques observables ou appréciables au toucher, mais sans conséquences sur le bilan du diagnostic des critères essentiels (étape 3 : limite + porosité des surfaces et étape 4 : taille et friabilité des éléments terreux). Ces critères, que l'on qualifiera de secondaires dans l'esprit d'un auto-diagnostic, sont les gammes texturales, test HCl, biologie ...etc et sont souvent complexes à apprécier mais sans trop de conséquence sur le bilan du diagnostic.

Conclusion séquence 2

Une fiche de description facilitera la mise en œuvre de cette description sur le terrain et permettra d'apporter un jugement qualitatif en 4 classes :

Pas de contraintes : vert / Dysfonctionnements significatifs sans conséquences majeures : jaune / Dysfonctionnements significatifs nécessitant réparation : orange / Contraintes majeures préjudiciables : rouge.

Demi-journée 2 : mise en application sur le terrain (profil 3D et diagnostic S.P.E.E.D)

La totalité de la séquence se déroule sur le terrain, idéalement sur une parcelle de culture avec système racinaire développé, avec une quinzaine de participants max : une tenue adaptée aux conditions d'observations sur le terrain est indispensable (vêtement chaud, ou de pluie, ou casquette et crème solaire, chiffons/serviettes ...).

En début de séance sera distribuée la fiche de description SPEED (chaque groupe devra disposer d'une petite planchette et de quoi écrire).

L'enseignant prendra le soin de rappeler ce qui doit être décrit à chaque étape ou, sous forme d'échange, de demander ce qui doit être décrit à chaque étape et pourquoi (rappel de la séquence en salle).

Étape 1: État de la surface du sol puis présentation de la technique du profil 3D

Les premières observations faites (état de la surface sol), l'enseignant commencera par la présentation de la technique de l'extraction d'une motte au chargeur frontal :

- Écarter les pales entre 15 et 35 cm selon la texture et/ou la cohésion du sol*
- Enfoncer les pales pratiquement jusqu'à la garde selon un angle de 45° avec la surface du sol*
- Extraire lentement, sans à-coup en relevant légèrement les pales (on observera le comportement de la motte lors de l'extraction) et placer la motte à peu près à hauteur d'observation.*
- Replacer la motte « à sa place » après observation en opérant si nécessaire un léger régalage.*



La motte étant extraite et présentable, **les étapes 2 à 5 seront déclinées** : un mètre souple (type mètre de couturière) sera positionné afin de faciliter la lecture des profondeurs.

Pour apprécier le niveau d'objectivité et facilité d'observation des critères essentiels (*limite + porosité et taille+friabilité des éléments terreux*), le diagnostic se fera par groupe de 3 et à la fin des observations un **bilan comparatif** sera réalisé.

Étape 2. Identifier la limite entre deux « Horizons » HR et HN :

Chaque groupe va déterminer cette limite et sa netteté en regardant entre 25 et 40 cm et en pensant à regarder les 3 côtés de la motte extraite : *faire le bilan des observations*

Étape 3. Dans HR, repérer les limites horizontales : même exercice

Maintenant que HR est repéré, le 1er critère essentiel à repérer est l'existence ou non de limite(s) horizontale(s) nettement visibles : si rien d'évident n'est identifiable, on passe à l'étape 4. Si des limites apparaissent de manière assez nettes, continues c'est à dire visibles sur au moins 2 faces du *profil 3D*, on notera leur profondeur d'apparition (le zéro restant le point de départ de la surface du sol: ex *17cm, limite discontinue, horizontale*). Comme pour l'étape 2 , un bilan des observations sera fait pour confronter les observations de chaque groupe.

Cette première observation terminée, le message que l'enseignant va maintenant rappeler est que dans le prolongement latérale de chaque limite observée existe une surface dont la

porosité doit être estimée avec acuité: cette surface est potentiellement **une rupture de perméabilité qui peut être préjudiciable pour la circulation verticale de l'eau, la prospection verticale des racines et même le travail des lombrics**. La deuxième phase de cette étape 2 consiste donc à “**dégager**” délicatement les éléments terreux qui recouvrent cette surface de manière à réussir à apprécier le niveau de porosité/étanchéité de la surface (*surface chaotique avec beaucoup de petits trous sera non préjudiciable, une surface plane, voire concave sans le moindre petits tous de la taille d'une aiguille sera très préjudiciable*).

Ce travail de dégagement de la surface nécessitant de manipuler les éléments terreux, l'enseignant proposera à chaque groupe de travailler en 2 temps: la personne qui choisit de procéder au dégagement de la surface à trouver “distribuée” à ses collègues les éléments terreux ainsi retirés avec le plus de délicatesse possible pour leur permettre d'utiliser les mottes pour les tests de friabilité de l'étape suivante. Le dégagement des éléments terreux se fera avec un couteau “usagé” et pointu, lame rigide de 7 à 10cm de long.

Le bilan du diagnostic qualitatif (surface chaotique très perforée à surface plane à concave et non perforée voir lisse : *faire le choix de 4 classes*) est ensuite partagé entre les groupes.

Étape 4, Dans HR, estimation de la taille et la friabilité des mottes/éléments terreux :

Test mécanique de friabilité : l'enseignant devra pour cette étape montrer comment on réalise un test de friabilité (**s'inspirer de la fiche SPEED**).

Étape 5, dans HR, on pourra apprendre à identifier les autres critères morphologiques observables ou appréciables au toucher :

Le diagnostic des critères essentiels étant fait, et partagé entre tous les groupes, l'enseignant peut montrer les autres caractéristiques morphologiques qu'il est possible d'identifier sur le terrain et idéalement à quoi cela sert (domaine texturaux, ressenti sur l'efficacité biologique, test à HCl (à quoi ça sert) test à H₂O₂ (à quoi ça sert)etc).

Selon le niveau de connaissance des élèves, cette 5^{ème} étape peut se faire comme les étapes précédentes ou de manière plutôt pédagogique en lien avec les propriétés des sols.

Une fois le diagnostic terminé, chaque groupe devra tenter de conclure les observations par un bilan qualitatif (Vert / jaune / orange / rouge) et ce sera l'occasion d'échanger sur «*quel conseil post-diagnostic peut-on concrètement proposer*»

A voir si c'est à ce genre d'engrenages que tu pensais Christian ? Il y a quelques mots compliqués dans ce schéma (biogénique, foodwebs...)

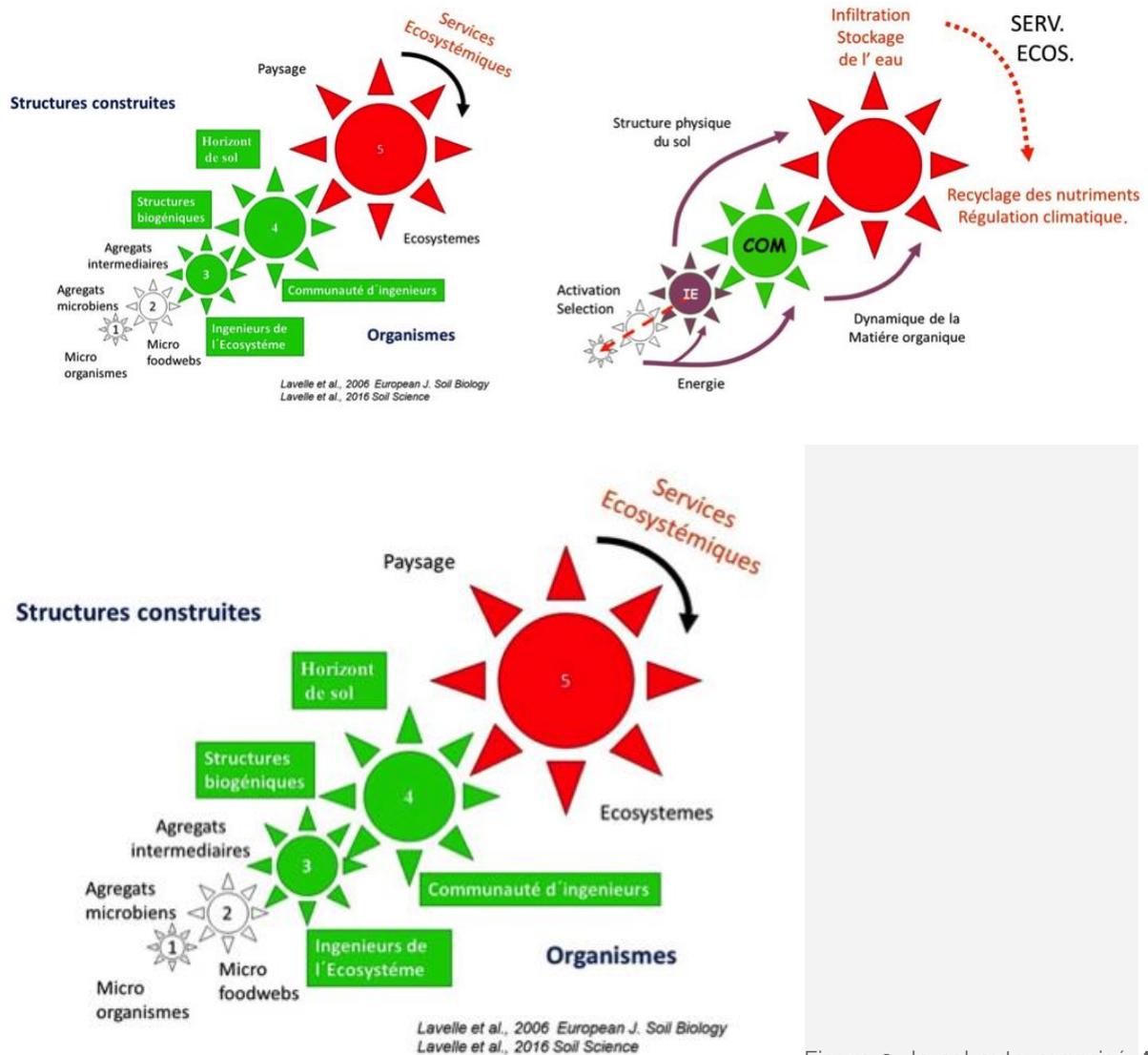


Figure 2- le sol auto-organisé. **A**

gauche : les organismes et les structures qu'ils créent sont organisés en une suite d'échelles discrètes organisées de façon hiérarchique. Comme dans tout système hiérarchique, les mécanismes en jeu à une échelle donnée expliquent les propriétés émergentes observées à l'échelle supérieure, tandis que les processus actifs à cette échelle expliquent la configuration observée à l'échelle inférieure. Cette configuration permet l'existence de rétroactions entre les différents niveaux. **A droite** : Les ingénieurs de l'Ecosystème, macro invertébrés et racines, digèrent la matière organique du sol avec un système de digestion mutualiste en interaction avec les microorganismes du sol. Cette énergie est utilisée 1. Pour des actions physiques qui construisent les habitats du sol et permettent l'infiltration, le stockage et le transfert de l'eau ; 2. Pour transformer la matière organique morte en nutriments assimilables par les plantes (Recyclage des nutriments) ou la stocker sous des formes plus ou moins humifiées dans les agrégats de différentes tailles ou elle est physiquement protégée. Schéma P. Lavelle. <https://sfecologie.org/regard/ro20-avril-2022-p-lavelle-ecologie-des-sols/>