HUMUS

Diagnostic participatif des sols

Notice d'utilisation

Apports théoriques
et mise en œuvre

Terre de Liens
Mission Utilité sociale et environnementale

SOMMAIRE

04. **Préambule**

05. **LIVRET 1 APPORTS THÉORIQUES**

06. Faire de la préservation des sols l'affaire de tous

07. **PRÉSERVER LES SOLS: CONSTATS ET ENJEUX**

08. Qu'est-ce qu'un sol?
08. De quoi est composé un sol?
10. Les différentes fonctions assurées par les sols
12. Les menaces sur les sols
14. Éléments de méthode complémentaires
15. L'agriculteur, acteur de la préservation des sols

16. **LES INDICATEURS DU DIAGNOSTIC HUMUS**

17. Pourquoi évaluer l'état des sols des fermes de Terre de Liens?
18. Les indicateurs du diagnostic Humus
19. Finalité: Préservation des sols contre l'érosion
20. Indicateur 1: Traces d'érosion
21. Indicateur 2: Croûte de battance
21. Finalité: Préservation de la structure du sol
22. Indicateur 3: Compacité
22. Indicateur 4: État d'humidité
23. Indicateur 5: Traces d'hydromorphie
24. Indicateur 6: Structure
26. Indicateur 7: Porosité
26. Finalité: Maintien et augmentation de la biodiversité du sol
28. Indicateur 8: Les vers de terre
28. Indicateur 9: La densité racinaire
29. Indicateur 10: La faune épigée
30. Indicateur 11: La faune endogée
30. Finalité: Maintien et augmentation du taux de matières organiques (MO)
31. Indicateur 12: Taux de MO
32. Indicateur 13: Le rapport Carbone/Azote (C/N)
32. Finalité: Rétention du sol en éléments minéraux
33. Indicateurs 14: La capacité d'échange cationique (CEC)
33. Indicateurs 15: Taux de saturation
34. Indicateur 16: Quantité de macroéléments
35. Indicateur 17 : Quantité d'oligo-éléments

36. **EXEMPLE D'UN DIAGNOSTIC REALISÉ**

37. Présentation et situation de la ferme dans son territoire
37. Informations générales
38. Présentation cartographique et historique
39. Lecture de paysage
42. Analyse du sol
42. Plantes bio-indicatrices
44. Observations en surface et en profondeur
Indicateurs de type 1: avec référence de qualité
Indicateurs de type 2: sans références de qualité
47. Bilan

SOMMAIRE

49. **LIVRET 2 MISE EN ŒUVRE**

50. Organisation générale et calendrier prévisionnel

53. En amont : rassembler le matériel et préparer les protocoles
54. Collecter les données cartographiques
54. Présentation cartographique de la ferme
55. Histoire géologique du territoire
55. Histoire de la ferme

56. Préparer les dispositifs de capture de la faune
56. Les pots Barber
56. L'extracteur de Berlèse-Tullgren

57. Prélever les échantillons de terre pour le laboratoire

58. Creuser une fosse pédologique

59. Préparer et rassembler le matériel nécessaire à la réalisation du diagnostic sur la ferme

60. Réaliser le diagnostic de la ferme

61. **Jour 1 : le sol**
61. **Fiche Terrain 1** Carte d'identité de la ferme
63. **Fiche Terrain 2** Conditions de l'observation du sol en surface et en profondeur
64. **Fiche Terrain 3** Observation du sol en surface
67. **Fiche Terrain 4** Observation du sol en profondeur
73. **Fiche Terrain 5** Résultats de l'analyse en laboratoire
75. **Jour 2 : la biodiversité**
76. **Fiche Terrain 6** Les plantes bio-indicatrices
80. **Fiche Terrain 7** Recenser les infrastructures agro-écologiques (IAE)
82. **Fiche Terrain 8** Observation de la faune du sol
84. **Fiche BILAN** Résultats des indicateurs
85. **Jour 3 : Ouverture au grand public** Lecture du paysage Restitutions des principaux résultats

86. Rédiger le rapport d'analyse du diagnostic
87. Reprise des résultats
87. Rédaction du rapport

89. **LIVRET 3 ORGANISER UN DIAGNOSTIC SUR SON TERRITOIRE**

90. Coûts de réalisation et pistes de financements

91. Exemples de dynamiques de suivi environnemental à l'œuvre au sein du réseau associatif

95. ANNEXES

104. **Contributeurs**

PRÉAMBULE

L'humus est la couche supérieure du sol créée, entretenue et modifiée par la décomposition de la matière organique, principalement par l'action combinée des animaux, des bactéries et des champignons du sol. L'humus constitue une réserve importante de matière organique dans le sol. Sa capacité d'échange naturelle ainsi que sa décomposition lente lui permettent de délivrer aux plantes tous les éléments nutritifs nécessaires à leur croissance[1].

En 2013, après dix ans d'existence, Terre de Liens décide d'engager une analyse de ses résultats et impacts : la mission Utilité sociale et environnementale (MUSE) voit le jour.

Considérer la terre comme un bien commun, en préserver sa vocation agricole et sa fertilité font partie des objectifs fondamentaux de Terre de Liens. Parmi tous les sujets d'étude de la MUSE figure naturellement celui de l'effectivité de la préservation des sols des fermes acquises. Les terres, en propriété de Terre de Liens, sont louées à des paysans via la signature d'un Bail Rural Environnemental (BRE)[2], expression de l'engagement des parties au respect et à la mise en valeur des ressources naturelles, notamment les sols. Un diagnostic régulier de l'état environnemental des fermes est nécessaire pour évaluer les effets de l'action des paysans et de Terre de Liens sur les ressources naturelles.

Terre de Liens Normandie commence à s'intéresser à cette question en 2011, en partenariat avec l'ENSAIA de Nancy. Pour poursuivre la réflexion, le groupe de travail de la MUSE s'empare de la démarche engagée. Conforme à ses intentions, le groupe n'a pas simplement considéré les outils de mesure de la fertilité, il a décidé d'élaborer un outil de diagnostic qui permette tout à la fois d'analyser scientifiquement l'état des sols des fermes et d'associer à cette analyse les citoyens engagés dans Terre de Liens. Dans cette perspective, en 2015, la MUSE accueille Klervia Pelé, élève-ingénieur d'AgroSup Dijon, encadrée par Catherine Sirguey et Pierre Leglize, chercheurs de l'ENSAIA de Nancy, pour la réalisation de son mémoire de fin d'études, et lui donne pour mission d'élaborer un tel outil.

Ainsi naît le diagnostic Humus. Sa vocation est de prendre la photo la plus fidèle possible de l'état environnemental du sol d'une ferme. Dans sa mise en œuvre, cet outil laisse une large place à la participation des citoyens qui peuvent, accompagnés d'une personne experte, mener le diagnostic. Il ne constitue pas un outil de conseil agronomique mais ses résultats permettent au paysan de connaître l'état de ses sols et d'envisager, accompagné ou non par des organismes de conseil technique, les mesures correctives ou à poursuivre pour en maintenir et développer ses qualités.

Depuis trois ans, la MUSE teste et déploie l'outil de diagnostic Humus sur des fermes du mouvement. Ces expérimentations ont permis de préciser son contenu, d'adapter son usage aux réalités de terrain et de proposer, aujourd'hui, la notice actualisée que vous avez entre les mains. Vous y trouverez des apports théoriques sur les sols et les détails de la mise en œuvre du diagnostic Humus, des indicateurs à renseigner aux modalités pratiques de sa mise en place.

Le diagnostic Humus ne demande qu'à se déployer. À vous de jouer !

Emmanuelle Petitdidier
Coordinatrice de la mission Utilité sociale et environnementale

1 Source Wikipédia / Arpenter 1
2 Voir p.19

APPORTS THÉORIQUES

Livret 1

Terre de Liens
Mission Utilité sociale et environnementale

Faire de la préservation des sols l'affaire de tous

En plus de constituer un socle vivant permettant de pratiquer l'agriculture, les sols assurent de nombreuses fonctions essentielles : support de paysage, source de matériaux, mémoire du passé, filtration et épuration, réservoir de biodiversité, régulation des eaux et des cycles du carbone et de l'azote. Leur formation est un processus très long : plusieurs millénaires sont nécessaires pour former quelques centimètres de sol. Ils constituent une ressource naturelle fragile. S'ils se forment lentement, sous l'action de phénomènes naturels, ils peuvent en revanche se dégrader très rapidement sous l'action de l'homme.

Depuis les années 1950, et sous l'effet de la croissance démographique et économique qui génère un besoin accru d'espaces, la surface des sols en France a considérablement diminué. Leur fertilité, qui résulte d'une combinaison subtile entre leur état physique, chimique et biologique, est ainsi affectée. Une étude menée auprès d'une vingtaine d'experts a confirmé en 2006 la dégradation des sols en France : 63 % des experts considèrent la fertilité des sols comme « dégradée », en « état critique » ou « artificielle ». Ainsi, quand un mouvement comme Terre de Liens s'engage pour « préserver la terre agricole », il s'attaque à un enjeu d'importance, mais complexe. Partant de l'ambition d'assurer un suivi régulier de l'état environnemental des sols de ses fermes et du principe qu'on ne protège que ce que l'on connaît, Terre de Liens a sollicité l'ENSAIA de Nancy pour développer un outil participatif de diagnostic environnemental des sols.

Associant expertise scientifique et participation citoyenne, cet outil entend permettre une meilleure compréhension des sols en général (sensibilisation et éducation), la description précise des sols des fermes du mouvement (par des observations scientifiques) et l'interprétation des informations recueillies (permettant une vision juste de l'état des sols à l'instant du diagnostic). Depuis 2011, l'outil se déploie. Des tests sont en cours sur différentes fermes. Il s'agit d'une démarche au long cours, qui porte l'ambition de suivre l'évolution de l'état environnemental des sols des fermes et de diffuser les connaissances. Il s'agit aussi de rendre les agriculteurs et les citoyens acteurs de la préservation de cette ressource, ils doivent ensemble s'emparer de cette question.

Catherine Sirguey
Docteur en Sciences agronomiques
Enseignante à l'ENSAIA de Nancy

Pierre Leglize
Enseignant-chercheur en chimie
et biochimie des sols,
et docteur en Géoscience spécialité
Science du sol.
Enseignant à l'ENSAIA de Nancy

Préserver les sols : constats et enjeux

QU'EST-CE QU'UN SOL ?

Le mot « sol », en français, a de nombreuses significations. Défini par l'agronome, le sol, également appelé terre arable, est la couche superficielle colonisée par les racines. C'est le plus souvent cette définition que l'on retient à Terre de Liens lorsque l'on parle de sol. Pour le pédologue, par exemple, le sol se prolonge sous la couche arable sur plusieurs dizaines de centimètres alors que pour le géotechnicien, le sol est le volume de terre dans lequel il faut creuser pour installer les fondations d'un bâtiment.

DE QUOI EST COMPOSÉ UN SOL ?

La couche superficielle d'un sol contient, en moyenne, 45 % de matières minérales (sables, limons, argiles), 5 % de matières organiques, 25 % d'eau et 25 % de gaz. Le cinquième élément indispensable pour former un sol est le **temps**. Il faut en effet 2000 ans[1] pour constituer dix centimètres de sol fertile : c'est pour cela que **le sol est considéré comme une ressource non renouvelable à l'échelle humaine**. Ainsi, la principale différence entre « de la terre » et un « sol » est que les sols sont organisés en couches (horizons[2]) de nature et d'épaisseurs variables qui reflètent l'histoire de leur formation, chaque couche de sol ayant des fonctions bien particulières (support d'enracinement, stockage et fourniture d'eau, etc.). Concentrons-nous sur la composition de cette formation naturelle qu'est le sol :

La matière minérale

Les sols se forment à partir de l'altération d'une roche appelée roche mère. La composition de la roche mère va déterminer le stock, le type et la vitesse de libération d'éléments minéraux du sol qui seront libérés et mis à disposition pour la croissance des plantes selon différents facteurs liés au milieu dans lequel le sol se développe (conditions climatiques, teneur en matière organique de ce sol, etc.). En France, il existe une très grande diversité de roches, ce qui explique la grande diversité de sols observables. La couleur des sols est en partie liée à la nature de la roche mère sur laquelle se forme le sol mais la couleur va également varier en fonction de la teneur en matière organique et des processus de circulation de l'eau dans le sol.

Les matières organiques (MO)

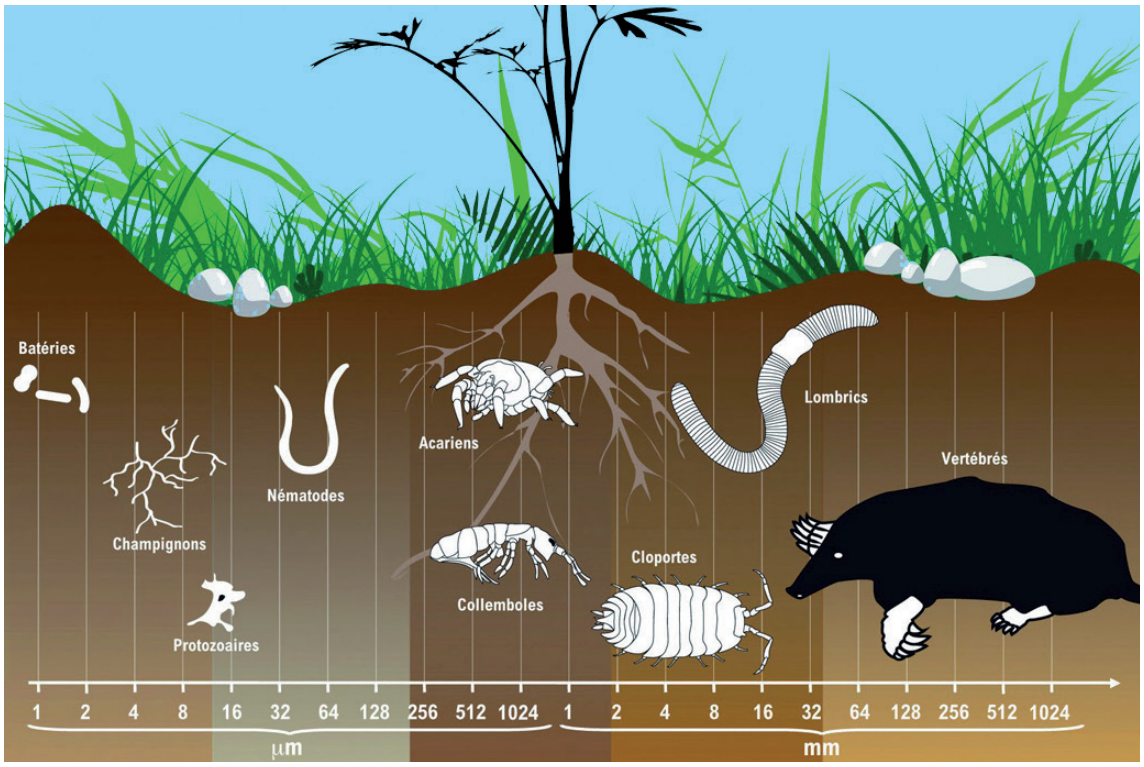
On distingue la MO animale et la MO végétale. La MO végétale est constituée de tous les débris végétaux : feuilles, tiges, racines plus ou moins décomposés... La MO animale est constituée quant à elle de l'ensemble des organismes qui vivent dans le sol. Dans une cuillère à café de sol, on peut compter autant d'organismes vivants qu'il y a d'êtres vivants sur terre ! Les sols comptent ainsi parmi les habitats les plus riches en espèces au sein des écosystèmes terrestres.

À une échelle globale, les sols renfermeraient 25 % de la biodiversité mondiale actuellement décrite. Ces organismes se déclinent en cinq grandes classes :

- **Les micro-organismes (bactéries, champignons, algues)** : ils décomposent la matière organique, recyclent les nutriments, fixent l'azote, peuvent réguler certains pathogènes ou être eux-même pathogènes. On les qualifie « d'ingénieurs chimiques ». Il faut noter que les champignons sont les seuls capables de dégrader la lignine, soit la matière la plus dure des végétaux.
- **La microfaune (protozoaires, nématodes)** : elle régule les micro-organismes par prédation. Certains peuvent être des parasites de plantes ou d'animaux.
- **La mésofaune (collemboles, acariens, fourmis)** : elle fragmente la matière organique. Certains sont des prédateurs d'organismes de la microfaune.

1 Ademe, 2016.
2 Les horizons sont les couches horizontales observables et distinctes sur la paroi d'une fosse.

⁙ **La macrofaune (vers de terre, mille-pattes, cloportes, larves d'insectes, escargots)** : elle fragmente la matière organique et modifie la structure du sol.
⁙ **La mégafaune (taupes, campagnols, serpents, etc.)** : en creusant des galeries dans le sol, ils contribuent à la transformation de la matière organique, la rendant accessible aux champignons et bactéries.



Diversité et taille de la faune du sol

Les matières organiques constituent la base de l'alimentation de la microfaune et des micro-organismes. Les interactions entre ces différents organismes sont nombreuses et complexes. L'activité des micro-organismes dépend, par exemple, de l'environnement du sol, de l'accessibilité de la matière organique, de l'identité et de l'abondance des prédateurs.
Ce sont ces interactions entre ces différents organismes dans le sol qui vont permettre la formation de l'humus et la minéralisation de la matière organique[3]. Ces éléments nutritifs, une fois extraits de l'humus et en solution dans l'eau du sol, peuvent être assimilés notamment par les plantes. C'est ce processus qui permet de relier la fertilité d'un sol avec sa teneur en matière organique. La minéralisation du carbone contenu dans l'humus est à l'origine d'une émission de CO_2 qui retourne à l'atmosphère.

Les sols sont caractérisés par la succession des différents horizons qui les composent. On retrouve invariablement les horizons les plus riches en matière organique à la surface. Plus on descend dans le profil des sols, plus la proportion de matière organique diminue quand la proportion de matière minérale augmente. Mais la fonctionnalité d'un sol ne dépend pas uniquement de sa matière organique, et donc des horizons de surface : c'est bien l'équilibre entre les différents horizons qui lui permet d'assurer une grande diversité de fonctions.

3 La minéralisation de la matière organique est le processus assuré par les organismes du sol pour dégrader l'humus et libérer les ions minéraux et les petites molécules organiques qu'il contient.

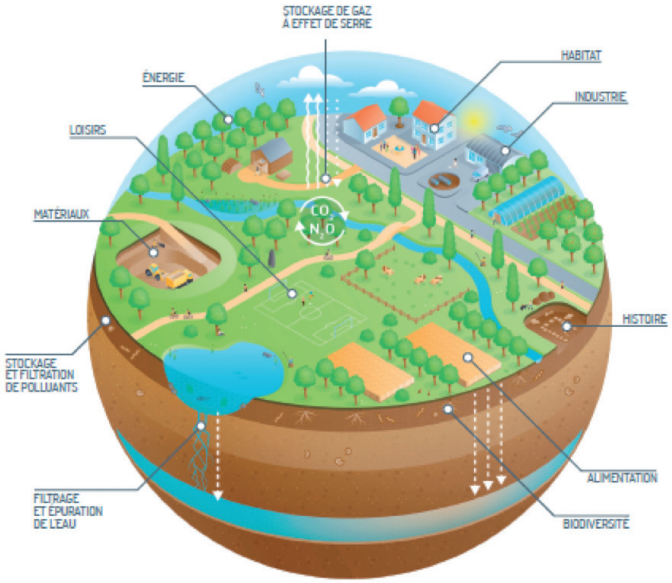
L'eau

Les sols contiennent en moyenne 25 % d'eau, élément essentiel au développement de la végétation, mais également au développement des organismes qui vivent dans le sol. Les micro-organismes et la micro-faune du sol se déplacent notamment en flottant dans l'eau du sol.

L'air

Une bonne aération de toutes les couches du sol est nécessaire pour assurer une bonne activité biologique car la plupart des micro-organismes ont besoin de respirer.

LES DIFFÉRENTES FONCTIONS ASSURÉES PAR LES SOLS



Les sols constituent l'épiderme de la Terre. D'une grande diversité, ils possèdent de multiples fonctions et sont le milieu de vie d'un grand nombre d'espèces vivantes. La multifonctionnalité des sols peut se décliner en différentes catégories :

Une fonction nourricière

Les sols portent la végétation naturelle et permettent les productions agricoles et sylvicoles en offrant aux plantes un support physique, une réserve d'eau et une source d'éléments nutritifs pour assurer leur croissance. **95 % de nos aliments proviennent directement ou indirectement des sols** ; les 5 % restant proviennent de la mer. Les éléments majeurs et secondaires[4] nécessaires à la croissance des plantes proviennent en effet des sols.

4 Les éléments majeurs sont l'azote, le phosphore et le potassium, des éléments nutritifs essentiels au métabolisme et à la croissance des plantes. Présents dans les sols, ils peuvent également être apportés via des fertilisants. Les éléments secondaires sont le calcium, le magnésium et le soufre tandis que les oligo-éléments sont notamment le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le molybdène, le cobalt ou encore le sélénium. Présents de manière naturelle en très petite quantité dans le sol, ils sont indispensables à la vie des plantes.

Une fonction régulatrice

Atténuation du changement climatique

En 1992, des chercheurs indiquent qu'il suffirait d'augmenter de 0,4 % la teneur en carbone organique des sols pour compenser l'ensemble des émissions annuelles de CO_2. Ainsi, en avril 2015, Stéphane Lefoll, alors ministre de l'agriculture, annonce le lancement d'un programme de recherche, « Le 4 pour mille », visant à évaluer de manière plus fine le potentiel des sols français à stocker du carbone et à jouer un rôle dans l'atténuation du changement climatique. C'est une avancée politique majeure puisque les agriculteurs ne sont plus considérés comme des responsables (parmi d'autres) du changement climatique mais sont intégrés comme acteurs d'une solution.

Régulation des risques naturels

Atténuation du risque d'érosion et de glissements de terrain : des sols de bonne qualité (sols bien structurés à forte activité biologique, présentant un réseau racinaire développé) diminuent les risques d'érosion éolienne, hydrique et de glissement de terrain. On peut, par exemple, remonter dans les années 1930 aux États-Unis, où, à force de labour, des milliers de paysans ont vu leur ferme ensevelie sous des tempêtes de poussières[5].

Atténuation du risque d'inondation : les sols naturels (non imperméabilisés) constituent des surfaces d'infiltration des eaux pluviales et limitent ainsi fortement les impacts des inondations. En effet, en milieu urbain, le fort taux d'imperméabilisation des sols favorise le ruissellement superficiel conduisant à des transferts d'eau très rapides vers les cours d'eau[6].

Qualité de l'eau et des sols : parce qu'ils contiennent une énorme quantité de micro-organismes, les sols participent aux cycles des éléments (carbone, azote, soufre, etc.) et recyclent les composés chimiques, y compris ceux qui peuvent être nocifs pour la santé humaine. Les micro-organismes des sols sont en effet souvent capables de décomposer nombre de polluants organiques.
Les sols jouent également un rôle essentiel dans le cycle de l'eau, en la stockant ou en la filtrant, tout en piégeant ou en libérant de nombreuses molécules dans l'eau.

Une source de composants pharmaceutiques

Les sols sont une véritable source bactérienne : **70 % des antibiotiques viendraient de recherches conduites sur des micro-organismes du sol**.

Une source de matières premières

Les sols sont le matériau sur lequel sont construits les bâtiments et les routes. Les sols ont ainsi un rôle de support pour l'ensemble de nos activités. Les sols constituent également une ressource importante en matériaux (bois, paille, terre crue, etc.). À titre d'exemple, l'architecture de terre crue représente aujourd'hui 15 % du patrimoine architectural français.

Une fonction culturelle

Les sols jouent également un rôle culturel fondamental sur un territoire. Ils assurent en effet des services esthétiques (paysage, architecture, source d'inspiration artistique), patrimoniaux (patrimoine archéologique), éducatifs et récréatifs (espaces verts, terrains de jeux, etc.). Les choix d'affectation des sols ont ainsi des conséquences fortes sur l'attractivité touristique d'un territoire et sur la qualité de vie de ses habitants.

En fonction des organismes vivant dans le sol, des roches mères à l'origine des profils de sols ou encore des situations géographiques dans lesquels ils se développent, les sols peuvent être très divers et remplir différentes fonctions.

5 The dust bowl, voir à ce sujet le documentaire réalisé par Ken Burns, 2012.
6 T. Winiarski, d'après USEPA, 1999.

LES MENACES SUR LES SOLS

22 % des terres émergées du globe sont exploitables d'un point de vue agricole. **En considérant la croissance actuelle de la population mondiale, nous aurions besoin de 500 millions d'hectares supplémentaires de sols à cultiver à l'horizon 2050**, ce qui impliquerait d'amputer des zones naturelles et des forêts.
Sur ces 22 %, 60 % sont d'ores et déjà touchés par une ou plusieurs formes de dégradation[7] (épuisement des éléments nutritifs, érosion, etc.). En France, l'état des sols fait l'objet d'un suivi spécifique dont les premiers résultats ont été publiés en 2011 dans *L'état des sols de France*[8].
La Commission européenne a identifié huit principales menaces qui peuvent altérer la qualité d'un sol, c'est-à-dire sa capacité à fonctionner au sein de son écosystème afin de permettre la production végétale, le maintien de la qualité de l'environnement et la préservation de la santé des plantes, des animaux et des consommateurs :

L'érosion et les glissements de terrain

C'est un phénomène naturel dû aux pluies ou au vent qui déplace les particules de sol et peut être amplifié par la gestion des sols (intensification de l'agriculture, surpâturage, déforestation, etc). Il en résulte un appauvrissement voire la perte de la couche supérieure fertile des sols.

L'imperméabilisation / l'artificialisation

Le récent rapport publié par le Partenariat mondial sur les sols pointe l'imperméabilisation[9] des sols comme la première menace qui pèse sur les sols européens (FAO, 2015). À l'échelle française, ce sont surtout les sols de très bonne qualité agronomique qui ont été artificialisés entre 2000 et 2006 (les villes s'étant implantées naturellement près des terres les plus fertiles) : **ils représentent plus d'un tiers des surfaces agricoles artificialisées au niveau national.**[10]

La contamination

Les sources de contamination des sols sont multiples : il s'agit, d'une part, des retombées atmosphériques ou des déversements terrestres issus des activités humaines (fumées industrielles, circulation automobile ou chauffage urbain, etc.) et, d'autre part, des pratiques agricoles favorisant l'utilisation intensive d'intrants.

Le tassement des sols

Il entraine la destruction partielle de la structure des sols et la formation d'une couche de sol compactée liée à la circulation des engins ou au piétinement. L'ampleur du tassement varie en fonction du type de sol. Le tassement est un processus majeur de dégradation des sols en Europe où 33 millions d'hectares seraient actuellement concernés, soit 4 % des terres agricoles (Commission européenne, 2006).

La perte de matière organique

La matière organique des sols est constituée, en moyenne, de 58 % de carbone. Elle assure de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales telles que l'amélioration de la fertilité et le support de la biodiversité. Ces stocks de carbone dépendent du mode d'occupation des sols et du type de sol : faibles dans les sols pierreux de vignoble (50 t/ha)[11] et beaucoup plus élevés dans les sols de forêts, prairie et

7 FAO, 2015
8 L'état des sols en France, Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Sol.
9 L'imperméabilisation désigne le fait de goudronner ou de cimenter des sols, les rendant incapables d'absorber les eaux de pluie. L'artificialisation implique la destruction totale ou partielle des sols pour l'urbanisation ou la construction d'infrastructures (voies ferrées, routes, bâtiments).
10 Corine Land Cover, 2000.
11 GIS Sol, 2011.

pâturages (80 à 90 t/ha). Certains changements d'usage des sols tels que la conversion de prairies ou forêts en terres arables diminuent fortement les stocks, de l'ordre d'une tonne de carbone par hectare et par an. C'est également l'intensification des pratiques agricoles qui est responsable de cette baisse[12]. 45 % de l'ensemble des sols d'Europe ont une teneur faible voire très faible en matière organique (0 à 2 % de carbone organique)[13].

La diminution de la biodiversité

Aujourd'hui, face à la grande diversité d'organismes qui vivent dans le sol et à leur difficile isolement pour les cultiver séparément en laboratoire, **on ne sait identifier qu'environ 10 % de cette biodiversité**. Son inventaire et son suivi n'ont été que récemment entrepris. Aussi, nous avons peu de recul sur l'évolution des différentes espèces dans les sols et l'estimation des coûts que représente la perte de cette biodiversité reste impossible aujourd'hui. Outre son rôle important dans la décomposition de la matière organique et donc la mise à disposition d'éléments nutritifs pour les plantes, les organismes du sol constituent également un potentiel immense pour la médecine humaine et animale. Les principales pressions qui pèsent sur la biodiversité des sols sont liées aux changements d'usage des sols, aux pratiques agricoles intensives, à l'artificialisation (fragmentation de l'habitat), au tassement, etc.

La salinisation

Elle découle de l'accumulation de sels dans les sols, liée à des processus naturels mais également à l'irrigation excessive des sols. Cette menace concerne environ 3,8 millions d'hectares de sols en Europe.

12 Ibid.
13 Stratégie thématique en faveur de la protection des sols, Commission européenne, 2006.

ÉLÉMENTS DE MÉTHODE POUR ÉTUDIER UN SOL

Plusieurs méthodes nous permettent de rassembler des informations importantes sur les sols :

La cartographie

La carte qui décrit les caractéristiques des différents sols présents sur un territoire s'appelle une carte pédologique. Le Groupement d'Intérêt Scientifique Sol[14] donne accès aux travaux de cartographie pédologique réalisés en France. La cartographie ne permet cependant pas de connaître véritablement les sols à l'échelon d'une parcelle. Une étude de terrain est donc souvent nécessaire pour apprécier la qualité des sols.

Observation d'une fosse lors du diagnostic Humus sur la ferme de Lavergne

L'observation in situ

Si l'analyse cartographique permet de se faire une idée globale du type de sol attendu sur un secteur ou une petite région, il est indispensable de passer par une approche de terrain pour se faire une idée plus précise des caractéristiques (et donc de la fonctionnalité) du sol de la parcelle concernée. Différentes observations in situ peuvent être réalisées :

- **L'observation de la végétation** donne une idée des caractéristiques physicochimiques du sol. Mais ceci implique d'être bon botaniste et de bien reconnaitre les plantes indicatrices, ce qui n'est pas toujours évident.
- **Le sondage à la tarière** permet d'observer les différents horizons du sol et de réaliser facilement plusieurs prélèvements.
- **La réalisation d'une fosse** donne une idée plus précise du profil de sol, c'est-à-dire des caractéristiques des différents horizons et des propriétés physiques du sol : profondeur, granulométrie, structure, porosité, perméabilité, etc.

14 www.gissol.fr

Les analyses en laboratoire

À partir d'un échantillon de sol, différents types d'analyses sont réalisables afin de caractériser au mieux la qualité du sol. Ces données permettent d'analyser essentiellement les propriétés chimiques des sols (pH, teneur en matière organique, capacité d'échange cationique, teneurs en éléments majeurs et oligo-éléments). Pour connaître de manière plus fine les caractéristiques physico-chimiques des sols, il est indispensable de procéder à un échantillonnage afin d'analyser le sol en laboratoire.

L'AGRICULTEUR, ACTEUR DE LA PRÉSERVATION DES SOLS

Face à l'enjeu majeur de préserver les sols, l'agriculteur, grâce aux méthodes qu'il emploie, peut fortement contribuer et influer sur la qualité des sols et sur la qualité de ses récoltes. De ce fait, les pratiques agricoles choisies peuvent avoir des effets sur les sols pour :

Limiter l'érosion

En évitant un labour trop intensif des sols dans le sens de la pente, l'agriculteur peut limiter le phénomène d'érosion. L'implantation de haies, de bandes enherbées ou le maintien d'un couvert végétal permanent permettent également de limiter l'érosion.

Limiter le tassement des sols

Il peut éviter d'intervenir sur ses parcelles lorsque le sol est trop humide ou insuffisamment ressuyé ou en utiliser des outils plus légers ou avec une charge mieux répartie pour éviter de concentrer le poids des engins dans des espaces localisés. L'apport de matière organique (résidus de culture) et le maintien d'un couvert végétal permanent (aération du sol par le réseau racinaire des plantes) sont aussi des leviers intéressants pour limiter le tassement des sols.

Limiter la pollution des sols et des eaux

L'agriculteur peut limiter son impact par la diminution de l'utilisation d'intrants.

Augmenter la teneur en matière organique

Le retour au sol d'un maximum de matières organiques (résidus de culture, fumiers, composts, etc.) va de plus permettre d'assurer une meilleure circulation de l'air et de l'eau dans le sol par une meilleure structuration en agrégats avec de la porosité (donc de l'air) dans et entre les dits agrégats[15]. Le retour au sol de la matière organique sert également de nourriture aux organismes du sol : cela favorise le développement de la microfaune du sol.

15 Définition proposée par Supagro (école d'agronomie de Montpellier) : aussi appelés assemblages élémentaires, les agrégats de sol sont constitués des particules minérales de sol, de ciments (organiques, oxydes et hydroxydes) et de vides intra-agrégats. Ils sont visibles à l'œil nu.

Les indicateurs du diagnostic Humus

POURQUOI ÉVALUER L'ÉTAT DES SOLS DES FERMES TERRE DE LIENS?

Au sein de Terre de Liens, paysans locataires et citoyens s'engagent mutuellement pour faire de l'agriculture une activité économique nourricière qui préserve la qualité des sols, de l'eau, des paysages et de la biodiversité. **Terre de Liens est aujourd'hui le principal prescripteur de Baux Ruraux à clauses Environnementales (BRE) en France**, et intègre systématiquement la quinzième clause (voir ci-dessous), celle qui prévoit la conduite des cultures ou d'élevage suivant le cahier des charges de l'agriculture biologique. Le BRE peut ainsi constituer un levier important pour orienter les pratiques agricoles, à partir d'une mise en dialogue entre des citoyens et des paysans.

Le Bail Rural à clauses Environnementales est né en 2004 d'une concertation entre l'État, la profession agricole et des gestionnaires d'espaces naturels suite aux réflexions initiées dans les années 90 pour une gestion concertée. Il en ressortait que les relations contractuelles entre agriculteurs et gestionnaires étaient alors limitées par le statut du fermage qui ne permettait pas d'inclure des cahiers des charges dans les baux ruraux. Ce constat a donné naissance au Bail Rural à clauses Environnementales (BRE). Créé par la loi d'orientation agricole de 2006, ce bail rural spécifique permet d'inclure volontairement dans les baux une ou des clauses sur le respect de l'état environnemental des terres louées. L'accès à ce dispositif a été élargi en 2010 aux fondations, fonds de dotation et entreprises agréées Entreprises Solidaires, ce qui est le cas de la Foncière Terre de Liens.
Ces clauses environnementales visent à orienter les pratiques agricoles vers la préservation de la ressource en eau, de la biodiversité, des paysages, des sols, de l'air, ou encore la prévention des risques naturels, la lutte contre l'érosion, etc.

Précisées dans le décret du 8 mars 2007, les clauses environnementales pouvant être mentionnées sont au nombre de seize :
- le non-retournement des prairies ;
- la création, le maintien et les modalités de gestion des surfaces en herbe (le pâturage extensif ou la fauche tardive par exemple) ;
- les modalités de récolte ;
- l'ouverture de zones embroussaillées et le maintien de l'ouverture d'un milieu menacé par l'embroussaillement ;
- la mise en défens de parcelles ou de parties de parcelle (notamment par la mise en place de clôtures fixes ou temporaires et le respect de zones non récoltées) ;
- la limitation ou l'interdiction des apports en fertilisants ;
- la limitation ou l'interdiction des produits phytosanitaires ;
- la couverture végétale du sol, périodique ou permanente, pour les cultures annuelles ou pérennes ;
- l'implantation, le maintien et les modalités d'entretien de couverts spécifiques à vocation environnementale (des jachères ou des couverts d'interculture labellisés Agrifaune par exemple) ;
- l'interdiction d'irrigation, de drainage et de toutes autres formes d'assainissement ;
- les modalités de submersion des parcelles et de gestion des niveaux d'eau ;
- la diversification des assolements ;
- la création, le maintien et les modalités d'entretien de haies, talus, bosquets, arbres isolés, arbres alignés, bandes tampons le long des cours d'eau ou le long des forêts, mares, fossés, terrasses, murets ;
- les techniques de travail du sol comme la culture sans labour ;
- **la conduite de cultures ou d'élevage suivant le cahier des charges de l'agriculture biologique ;**
- les pratiques associant agriculture et forêt, notamment l'agroforesterie.

À Terre de Liens, la phase de rédaction du bail s'appuie sur un état des lieux participatif de la ferme. Cela peut être fait dans le cadre d'un tour de plaine ou à travers la réalisation d'un diagnostic Humus à l'arrivée de fermier(s) sur une ferme nouvellement acquise par Terre de Liens.

Les bénévoles engagés localement ainsi que le(s) fermier(s), accompagnés d'une personne experte, font le tour de la ferme pour repérer les principaux éléments de l'environnement à préserver : lecture de paysage, recensement des haies, des arbres remarquables, évaluation de la qualité de l'état des sols, etc. Cette étape est un préalable nécessaire à la contractualisation car elle doit permettre de s'accorder sur les clauses environnementales du bail. Elle est aussi un temps important d'échanges entre les bénévoles et le(s) fermier(s) sur les enjeux environnementaux de la ferme.

La réalisation d'un diagnostic Humus tous les cinq ans sur une ferme peut alors permettre d'assurer un suivi des clauses du bail.

LES INDICATEURS DU DIAGNOSTIC HUMUS

Le diagnostic Humus, et les dix-sept indicateurs qui le composent, permet d'évaluer **la fertilité des sols**. En cela, il constitue un outil pour analyser les effets de l'action de Terre de Liens à travers l'acquisition de fermes, en cohérence avec son projet stratégique qui prévoit notamment d'améliorer la qualité des sols des fermes acquises.
Les indicateurs suivants découlent du croisement des éléments se rapportant à la préservation des sols, inscrits à la fois dans le cahier des charges de l'Agriculture Biologique, la charte de l'Agriculture Paysanne et des clauses environnementales du Bail Rural Environnemental (BRE). Les indicateurs sélectionnés sont classés selon cinq sous-intentions ou finalités.

FINALITÉ	INDICATEURS
Préservation des sols contre l'érosion	Traces d'érosion
	Risque de battance
Préservation de la structure du sol	Compacité
	État d'humidité
	Traces d'hydromorphie
	Structure
	Porosité
Maintien et augmentation de la biodiversité du sol	Vers de terre
	Racines
	Faune épigée
	Faune endogée
Maintien et amélioration du taux de MO	Taux de matières organiques
	Rapport carbone / azote
Rétention du sol en éléments minéraux	Capacité d'échange cationique
	Taux de saturation
	Eléments majeurs
	Oligo-éléments

FINALITÉ : PRÉSERVATION DES SOLS CONTRE L'ÉROSION

L'érosion hydrique est un phénomène d'origine anthropique qui se caractérise par l'entraînement par ruissellement de la partie supérieure du sol, riche en colloïdes (les argiles et les humus). Elle varie en fonction de la pente, des cultures pratiquées et de l'intensité des intempéries. Elle est dépendante de l'activité biologique c'est-à-dire que « *privé de vie, [...] le sol s'acidifie empêchant la cohésion entre les argiles et les* ***humus*** »[16].

Croûtes de battance

De plus, le risque érosif est lié au risque de **battance** conduisant à la formation d'une croûte de battance. C'est une croûte superficielle compacte formée sous l'action des gouttes de pluie qui fractionnent les agrégats à la surface du sol, par ce que l'on appelle « l'effet splash ». Ainsi, les colloïdes qui ne sont plus liés les uns aux autres vont faire diminuer la porosité du sol en surface et, avec le dessèchement du sol, une croûte va se former. Cette diminution de la porosité va favoriser le ruissellement et donc l'érosion. Une croûte de battance a aussi pour conséquence des problèmes de germination et de levée des cultures. Le risque de battance est très lié à la **texture** du sol. Il est, par exemple, important sur des sols fortement limoneux et faible sur sols argileux.
La préservation contre l'érosion contribue à la fertilité du sol. Le phénomène d'érosion emporte les éléments constitutifs du sol, notamment les colloïdes qui ont la capacité de se lier entre eux pour assurer la **stabilité structurale** et pour retenir les éléments minéraux et l'eau. De plus, le risque érosif du sol est intimement lié à l'activité biologique du sol. L'absence d'érosion hydrique est donc le signe de la bonne santé biologique du sol.

16 Le sol, la terre et les champs : pour retrouver une agriculture saine, Claude et Lydia Bourguignon, 2009.

LES INDICATEURS DE PRÉSERVATION DES SOLS CONTRE L'ÉROSION

indicateur 1

TRACES D'ÉROSION

On peut observer les traces d'érosion à la surface du sol, si elles existent. Elles se manifestent par la présence de ruissellement d'eau trouble, de griffes, de rigoles ou de ravines. D'après le guide pour la description des sols de Delaunois[17], on peut mesurer les traces d'érosion selon six classes.

Traces d'érosion	Illustrations	Signification	Code couleur
Absence de ruissellement ou eau claire uniquement		Très bien	5
Ruissellement d'eau trouble		Bien, à améliorer	4
Griffes (profondeur < 5 cm)		Érosion faible à moyenne	3
Rigoles peu profondes 5 cm < profondeur < 10 cm		Érosion moyenne	2
Rigoles profondes 10 cm < profondeur < 30 cm		Érosion importante	1
Ravines très profondes > 30 cm		Érosion grave	0

17 Guide pour la description des sols, Antoine Delaunois, 2008

indicateur 2

CROÛTE DE BATTANCE

On peut évaluer le risque érosif par l'observation de la présence ou non d'une croûte de battance, et par la mesure de son épaisseur. Les classes ci-dessous ont été simplifiées et inspirées du guide pour la description des sols de Delaunois.

Épaisseur de la croûte	Signification agronomique	Code couleur
Absente	Non battant	5
Moins de 1 mm sur moins de 50 % de la surface	Peu battant	si limoneux ou limono-sableux (4) si dominance de sable ou d'argile (3)
Moins de 1 mm sur plus de 50 % de la surface	Moyennement battant	2
Épaisse de 2 à 5 mm sur plus de 50 % de la surface	Battant	1
Épaisse de 5 à 10 mm sur plus de 50 % de la surface	Très battant	0

FINALITÉ : PRÉSERVATION DE LA STRUCTURE DU SOL

La **structure** est l'architecture du sol ou le mode d'agencement de ses composantes. Elle dépend de la **texture** du sol mais surtout de l'activité biologique qui va permettre la cohésion des agrégats entre eux pour former des macro et micro-agrégats. Nous nous intéressons ici aux macro-agrégats qui sont des agglomérats de particules liées entre elles grâce aux argiles, aux matières organiques, à l'eau et au fer, formés à la suite d'activités biologiques. La structure varie selon la profondeur du sol. Ainsi, il sera nécessaire d'évaluer la structure des différents **horizons** du sol.

La préservation de la structure du sol contribue à la fertilité du sol. L'agencement des particules du sol influe sur la distribution des vides du sol ou **porosité**, qui va permettre ou non la circulation de l'air, de l'eau, et la pénétration des racines. La structure détermine alors les qualités agronomiques d'un sol. En effet, une structure du sol perméable permettra la circulation de l'air et de l'eau et la croissance des racines en profondeur. Ainsi, les conditions nécessaires à l'activité biologique seront réunies, et le sol sera protégé contre les inondations et l'**érosion hydrique**. On parle de **stabilité structurale**.

INDICATEURS DE PRÉSERVATION DE LA STRUCTURE DU SOL

indicateur 3

COMPACITÉ

La **compacité** est une propriété mécanique du sol, qui découle de sa structure et qui exprime le degré de tassement du sol ou la résistance à la pénétration d'une racine.
On peut estimer la compacité en enfonçant la lame d'un couteau selon un axe vertical. D'après la norme AFNOR-ISO 1992, on peut classer la compacité en cinq classes :

Compacité	Signification	Code couleur
Le couteau s'enfonce tout seul (avec deux doigts)	Sol meuble Racines velues qui adhèrent mal au sol	5
Le couteau s'enfonce jusqu'à la garde avec un léger effort	Sol peu compact et peu portant mais bonne pénétration des racines	4
Le couteau s'enfonce jusqu'à la garde avec un effort important	Sol portant, bonne pénétration des racines	3
Le couteau s'enfonce de quelques centimètres (malgré un effort important)	Sol compact, mauvaise pénétration des racines, risque d'hydromorphie	si nombreux cailloux ou si sol sec (2) sinon (1)
Le couteau ne s'enfonce pas ou de quelques milimètres (malgré un effort important)	Sol très compact, l'eau et les racines ne pénètrent pas	0

indicateur 4

ÉTAT D'HUMIDITÉ

L'état d'humidité du sol correspond à la teneur en eau qui occupe les vides du sol. Le sol peut être engorgé, humide en profondeur et sec en surface, humide sur toute la profondeur, ou sec. On se rend compte de l'état d'humidité du sol grâce à sa couleur (plus c'est clair, plus le sol est sec) ou au toucher (plus c'est froid, plus le sol est humide). Si le sol est engorgé en eau, on dit que le sol est **hydromorphe**.

L'état d'humidité est très lié aux conditions climatiques. Ainsi, il est important d'évaluer l'état du sol par temps ni trop sec ni trop humide et d'attendre que le sol ait ressuyé. Les classes ci-dessous sont une adaptation simplifiée du glossaire STIPA 1982.

Eau dans le sol	Signification	Code couleur
Humidité sur tout le profil	Bonne circulation de l'eau	5
Humidité en haut, sec en bas	Mauvaise circulation de l'eau	3
Humidité en profondeur uniquement	Sol hydromorphe	2
Eau stagnante en profondeur	Présence d'une nappe d'eau possible	0

Si l'eau stagne en profondeur, on suppose deux hypothèses : une nappe d'eau est présente, on ne peut pas lutter contre. Les échanges verticaux sont bloqués, empêchant la circulation de l'eau, de l'air, des racines et des organismes vivants. L'eau stagnante en profondeur est alors le signe de pratiques de travail du sol qui en sont la cause.

indicateur 5

TRACES D'HYDROMORPHIE

Ce sont les marques d'excès d'eau temporaire ou permanent dans les sols, résultant de la dynamique du fer et du manganèse. Elles sont le signe d'une mauvaise aération du sol car l'eau qui occupe les vides chasse l'air. Par conséquent, la diminution des réserves d'oxygène va impacter négativement la croissance racinaire et la biodiversité aérobie du sol (insectes, vers, acariens, champignons et certaines bactéries). De plus, les sols gorgés d'eau ne sont pas portants, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas capables de supporter le poids des engins agricoles. Ainsi, le passage des engins agricoles peut occasionner des tassements à l'origine des ornières ou des **semelles de labour**[18], phénomènes souvent irréversibles qui entraînent des problèmes d'**érosion** hydrique.

Figure 1 : tâches de rouille. Figure 2 : horizon gris-bleu-vert dans le fond de la fosse. Figure 3 : concrétions noires.

Les signes de l'excès d'eau s'observent par des taches colorées d'**oxydation** rouille (figure 1) ou de **réduction** gris-verdâtre (figure 2) ou par des concrétions noires ferro-manganiques (figure 3). Les horizons réductiques (c'est-à-dire soumis à un excès d'eau quasi continu) sont de couleur dominante grise verdâtre à bleuâtre. Les horizons rédoxiques (caractérisés par des plages, tâches, nodules de couleur rouille, brune ou noire) sont typiques des milieux à engorgement temporaire dans lesquels la répartition du fer est très irrégulière.

Il est préférable d'analyser le sol par temps humide car les contrastes seront plus importants que sur sol sec. Cependant, il est assez difficile de différencier l'hydromorphie récente ou ancienne et de prendre en compte les zones plus claires signifiant le départ du fer. De plus, l'**hydromorphie** dépend du contexte géologique. Par exemple, en sous-sol granitique, il est courant d'observer des taches de rouilles. Les résultats sont donc à moduler en fonction de ce contexte.

18 La semelle de labour est la couche de sol très compacte qui se trouve à la base du labour, sous le passage du soc de la charrue. Épaisse de quelques centimètres, cette semelle est due au tassement du sol.

Les classes ci-dessous sont inspirées du guide pour la description des sols de Delaunois.

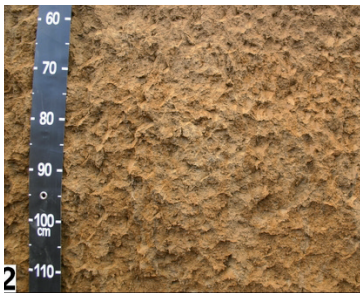
Description de l'hydromorphie	Signification	Code couleur
Absence de taches rouillées ou grises ou de concrétions noires ferro-manganiques sur l'ensemble du profil	Très bon drainage naturel des sols	5
Environ 30 % de taches à une profondeur supérieure à 80 cm	Sol frais en profondeur. Peu ou pas de contraintes agronomiques	4
Moins de 10 % de taches, réparties sur toute la profondeur	Sol modérément hydromorphe Ressuyage plus lent	3 à moduler en fonction du contexte géologique
Environ 30 % de taches sur 0-40 cm	Sol hydromorphe	2 à moduler en fonction du contexte géologique
Plus de 30 % de taches sur 0-40 cm	Sol très hydromorphe	1
Couleur grise ou gris-bleu-vert continue d'un horizon	Nappe d'eau permanente dans l'horizon, même en été (ex. nappe alluviale)	0

indicateur 6

STRUCTURE

L'apparence de la **structure** dépend fortement de l'**humidité du sol** et donc des conditions climatiques ; elle varie au cours du temps selon le cycle des saisons. Il est donc important de préciser la date et les conditions météorologiques le jour de la description. Il est aussi indispensable d'attendre au moins un mois après le travail du sol pour analyser la structure. La structure s'observe à l'œil nu sur un échantillon de terre prélevé à la bêche. Elle ne peut pas être étudiée à la tarière car cette dernière détruirait la structure des agrégats naturels. Il existe différents types de structures, classées selon seize modalités d'après le glossaire 1969, STIPA 1982 et AFNOR-ISO 1992. Dans un souci de simplification, nous n'en retiendrons que six :

Structure	Illustrations	Signification	Code couleur
Particulaire (sable)		Manque de cohésion entre les particules, dégradation rapide de la MO	2
Grumeleuse		Bonne circulation de l'eau et de l'air, bonne activité biologique	5
Polyédrique sub-anguleuse	Entre grumeleuse et anguleuse	Bonne circulation de l'eau et de l'air, bonne activité biologique Fissuration des argiles	4

Anguleuse		Fissuration d'argile et de limon	3
Lamellaire		Risque de battance et d'hydromorphie	2
Massive ou continue		Sol compact, imperméable à l'eau. Mauvaise activité biologique	0

La forme des racines nous indique si la structure est plutôt massive, particulaire, grumeleuse et rend compte de la présence éventuelle d'une semelle de labour :

racine coudée
arrêtée par une semelle de labour

racine en fil de fer
prise dans une motte compacte

racine en arête de poisson :
à la surface des structures compactes

racine velue :
se forme dans les creux

indicateur 7

POROSITÉ (DENSITÉ DE GALERIES AU M²)

La **porosité** rend compte des vides du sol qui résultent de sa structure, de l'implantation racinaire mais aussi de l'activité biologique (galeries de vers de terre et d'autres insectes). Les vides sont occupés soit par l'eau, soit par l'air. Sur le terrain, seuls les macro-vides (> 0,05mm) peuvent être décrits. La porosité peut se mesurer de différentes manières sous l'angle de l'abondance des vides, leur forme, leur dimension, leur régularité. Nous nous contenterons d'évaluer les macro-vides en comptant le nombre de galeries, toute taille confondue, de trois échantillons de 4 cm² chacun.

Nombre de galeries (0,5 à 13 mm)		Intensité de la porosité	Code couleur
Sur 4 cm²	Sur 100 cm²		
› 15	› 300	Elevée	5
Entre 3 et 15	Entre 75 et 300	Moyenne	3
‹ 3	‹ 75	Faible	0

FINALITÉ : MAINTIEN ET AUGMENTATION DE LA BIODIVERSITÉ DU SOL

La biodiversité du sol regroupe tous les êtres qui vivent dans le sol, c'est-à-dire la mégafaune (vertébrés comme la taupe, le lapin, etc.), la macrofaune (mollusques, vers, araignées, cloportes, carabes, etc.), la mésofaune (acariens, fourmis, collemboles, diploures, etc.), la microfaune (nématodes, protozoaires) et les micro-organismes (champignons, bactéries et algues).

Si cette faune peut être classée selon sa taille, on peut également classer les individus selon la profondeur de sol dans laquelle ils vivent. On considère, pour la faune, que le sol est composé de trois niveaux, où chaque catégorie d'organisme assure un rôle particulier dans le sol :

- **La surface, appelée litière, sur laquelle vit la faune épigée** : les invertébrés se nourrissent de cette litière. Ils la broient et produisent des boulettes fécales qui seront reprises par les micro-organismes pour les transformer en humus. Par exemple, les collemboles attaquent la partie tendre des feuilles entre les nervures, les acariens attaquent les nervures des feuilles, les cloportes attaquent le bois des rameaux, et les nématodes et les petits vers se nourrissent des excréments des autres espèces.
- **La couche entre 15 et 30 cm de profondeur, dans laquelle vit la faune endogée** : elle se nourrit des racines en profondeur, et presque exclusivement de racines mortes. Grâce à elle, les racines ne s'accumulent pas et laissent la place à l'eau et à l'air. La faune endogée est représentée par des organismes de petite taille qui fuient la lumière et sont souvent de couleur blanche : collemboles, acariens, myriapodes, vers, protoures.
- **La couche au-delà de 30 cm de profondeur, colonisée par les vers de terre anéciques** qui creusent des galeries verticales. Toutes les nuits, ils remontent chargés en argiles à la surface du sol, pour chercher de la litière. Ils y laissent des turricules (contenu de leur intestin) puis retournent en profondeur. Ainsi ils brassent l'argile présente en profondeur avec les matières organiques présentes en surface : c'est dans leur intestin que se forme le complexe argilo-humique.

Deux catégories différentes d'organismes assurent également un rôle particulier dans le sol :

- **les rongeurs et les taupes** : ils créent de grandes galeries permettant la circulation de l'air et de l'eau.
- **les micro-organismes** : ce sont les plus nombreux. Les amibes, par exemple, qui sont les plus importants de la microfaune (représentant de 100 à 300 kg / ha), se nourrissent de matière organique ou de bactéries, régulant ainsi les populations bactériennes.

BIODIVERSITÉ DU SOL RÉPARTIE PAR CATÉGORIE DE TAILLE

Catégorie	Exemples	Taille	Fonction	Régime alimentaire
Macrofaune	taupe, hérisson, lombrics, araignées, myriapodes, fourmis	3 à 30 cm › 1 cm	fragmentation de la matière organique + brassage avec matière minérale	résidus de végétaux, cadavres d'invertébrés, champignons et bactéries
Mésofaune	arthropodes inférieurs (collembole, acariens,...)	0,2 à 4 mm	broyeurs de feuilles	résidus de végétaux, algues, champignons et bactéries
	enchytraéidés (annélides)			
Microfaune	protozoaires	0,2 mm	microphages consommateurs de colonies bactériennes action de prédation stimulant le renouvellement de la microflore	champignons, bactéries, débris organiques, algues
	nématodes	0,1 à 5 mm		
Micro-organismes	bactéries	0,01 à 0,05 mm	indispensables aux cycles du carbone et de l'azote	Matière organique et azote atmosphérique
	champignons	‹ 1 micron	dégradation de la matière organique	résidus végétaux, parasite, symbiote mycorhizien
	algues	0,2 mm	synthèse de matière organique à partir de matière minérale et CO_2	

La biodiversité contribue à la fertilité du sol. Elle est un acteur important de la **stabilité structurale** qui confère au sol sa perméabilité et limite les risques d'érosion. Ce sont également les organismes du sol qui dégradent la litière en humus stable et fournissent un taux de matières organiques convenable. À titre indicatif, *en bon état, un sol contient jusqu'à un milliard de micro-organismes et une à quatre tonnes de vers de terre par hectare*[19].

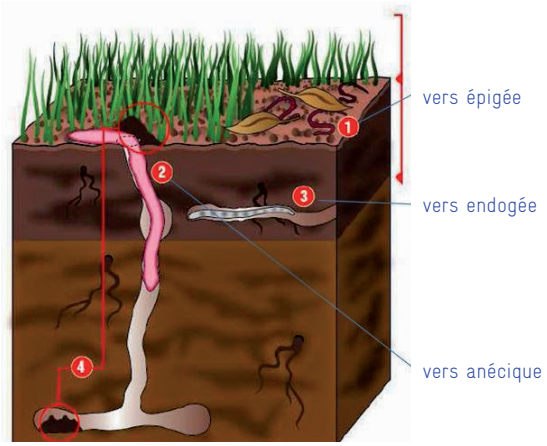
19 Le sol, la terre et les champs : pour retrouver une agriculture saine, Claude et Lydia Bourguignon, 2009

INDICATEURS DE MAINTIEN DE LA BIODIVERSITÉ DU SOL

indicateur 8

LES VERS DE TERRE

Les vers de terre sont de véritables indicateurs de la qualité des sols. En étant intimement liés aux constituants du sol et réagissant aux modifications que subit leur environnement, ils sont révélateurs des états et des usages du sol. De plus, comme on l'a vu précédemment, ils agissent dans les processus de décomposition des matières organiques et jouent sur la perméabilité des sols. Les vers de terre représentent 70 % de la biomasse terrestre et vivent dans les trois étages du sol.



Ainsi, on distingue :

- **les vers épigés de surface** : ils se nourrissent de matière organique morte (feuille, écorce) et participent à un premier fractionnement de la matière organique.
- **les vers endogés** : ils vivent en profondeur et se déplacent horizontalement. Ceux-ci se nourrissent de matières organiques plus ou moins dégradées et créent une structure grumeleuse qui joue un rôle sur la rétention et l'infiltration de l'eau dans le sol.
- **les vers anéciques** : ce sont les plus gros. Ils forment des turricules à la surface du sol. Ils brassent la matière minérale et la matière organique en creusant des galeries verticales sur toute la profondeur du sol.

indicateur 9

LA DENSITÉ RACINAIRE

Les racines sont en général plus importantes en volume que les parties aériennes des plantes. L'étude des racines est importante dans cette rubrique de biodiversité du sol, car **les racines sécrètent des exsudats racinaires riches en carbone qui vont alimenter les micro-organismes et favoriser leur colonisation dans la rhizosphère** (soit l'interface entre le sol, les racines et les micro-organismes). Une fois le chevelu racinaire mort, elles fourniront de la matière organique décomposable. De plus, les racines contribuent à l'évolution de la structure vers un état grumeleux et les galeries qu'elles forment permettent la circulation de l'eau et de l'air. On peut dire de la racine qu'en *s'enrichissant sur le sol, elle enrichit celui-ci*[20]. L'analyse des racines dans le sol peut porter sur leur dimension, leur orientation, leur localisation, mais *l'abondance est le seul paramètre quantifiable en observation de routine sur une paroi de fosse*[21]. Cependant, la prudence est de mise pour la mesure de cet indicateur car l'abondance racinaire dépend de l'espèce de la plante et du type de couvert (prairie ou culture), de la densité du peuplement et

20 Guide pour les description des sols, Denis Baize, Bernard Jabiol, 1995
21 Ibid.

du stade de développement du plant. Ces informations devront être renseignées lors de la phase d'analyse pour permettre l'interprétation des résultats. D'après la norme AFNOR-ISO 1992, cette abondance est exprimée par *le nombre moyen de racines rencontrées sur une ligne horizontale de 50 centimètres tracée au couteau*, sur la paroi verticale d'une fosse.

Abondance tous les 50 cm	Interprétation	Code couleur
› 16	Très nombreuses	5
8 à 16	Nombreuses	4
4 à 8	Peu nombreuses	3
1 à 4	Très peu nombreuses	1
0	Pas de racine	0

indicateur 10

LA FAUNE ÉPIGÉE

Pour mesurer l'activité de la faune épigée, nous avons opté pour la mise en place des pots Barber. Ils permettent de capturer des carabes, staphylins, araignées, mille-pattes, taupins, limaces mais pas les escargots. Contrairement aux autres indicateurs, il n'existe pas de référence de qualité pour la faune épigée. Soit, on ne sait pas dire si pour X espèces comptées cela est bon, moyen ou mauvais. De même, on ne sait pas dire si pour X individus de telle espèce si cela est bon, moyen ou mauvais pour le sol.

> À noter : l'objectif est ici de se rendre compte de la diversité des espèces présentes, en précisant le nombre d'individus par espèce identifiée. Nous avons choisi de sélectionner des catégories d'insectes connues par le grand public, facilement reconnaissables, et dont le rôle dans le sol a été identifié. Les relevés réalisés à intervalles de temps réguliers permettront de visualiser les évolutions de la faune.

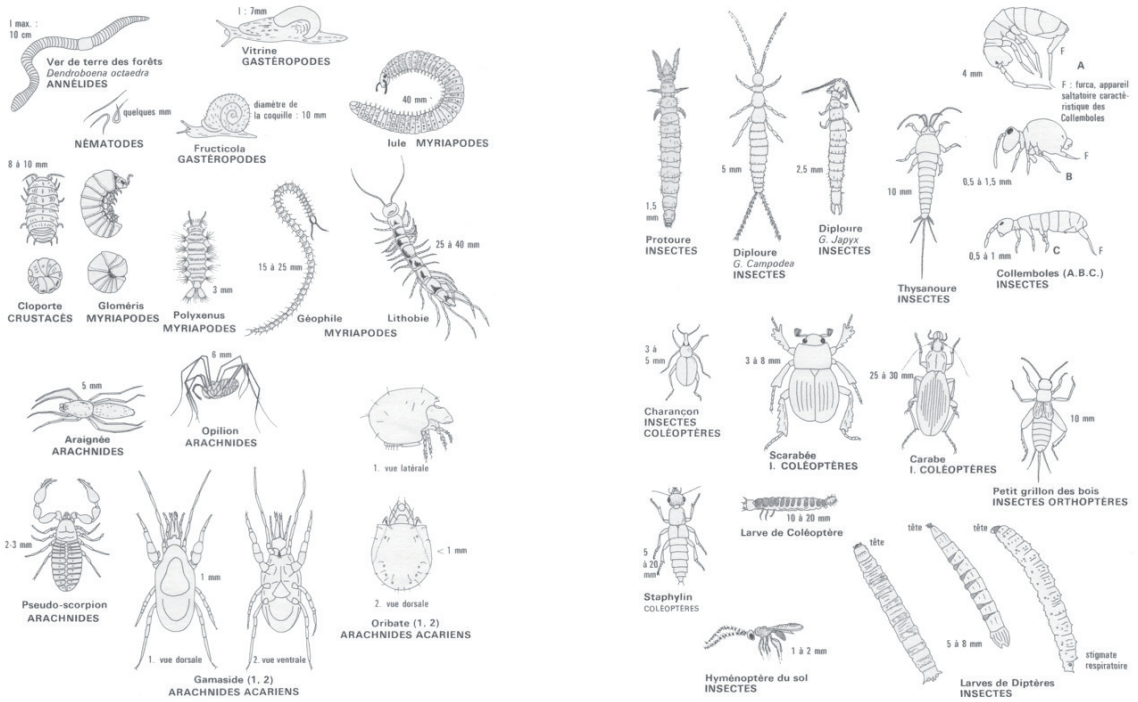


Planche de reconnaissance de la faune épigée

indicateur 11

LA FAUNE ENDOGÉE

L'extracteur de Berlèse-Tullgren permet de capturer la faune endogée qui fuit la lumière : collemboles, acariens, diploures, protoures, myriapodes, vers... Comme pour la faune épigée, il n'existe pas de référence de qualité. Ainsi, on ne sait pas dire si pour X espèces comptées cela est bon, moyen ou mauvais. De même, on ne sait pas dire si pour X individus de telle espèce cela est bon, moyen ou mauvais pour le sol.

FINALITÉ : MAINTIEN ET AUGMENTATION DU TAUX DE MATIÈRES ORGANIQUES (MO)

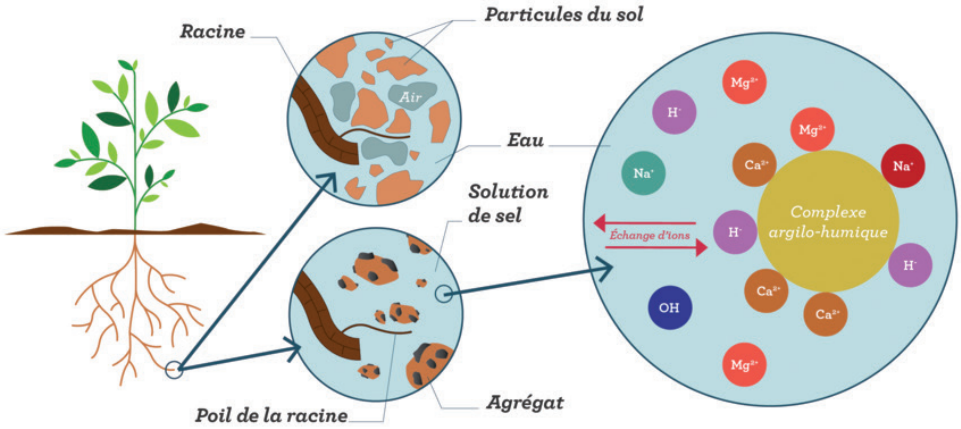
Les matières organiques du sol sont l'ensemble des constituants organiques du sol qui peuvent être d'origine végétale, animale ou microbienne, morts ou vivants, transformés ou non. Les MO se répartissent en trois groupes :

- **Les MO vivantes** qui représentent la totalité de la biomasse en activité (macro, méso, microfaune et microflore).
- **Les MO fraîches** (résidus végétaux, déjections, cadavres) associées aux produits de transition (composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la biomasse microbienne) forment les MO facilement décomposables.
- **Les MO stables ou humus** qui proviennent de l'évolution des matières ci-dessus. Les humus représentent 70 à 90 % de la totalité des MO.

Les matières organiques du sol évoluent sous l'influence de différents processus physiques, chimiques ou biologiques. Cependant, elles subissent majoritairement deux types de processus : l'**humification** (recombinaison de molécules organiques en humus sous l'action des micro-organismes du sol) et la **minéralisation** (dégradation de molécules organiques en composés minéraux de type NH_{4+} (ammonium), PO_{43-} (phospate) sous l'action des micro-organismes du sol).

Le taux de MO contribue à la fertilité du sol. Les matières organiques du sol assurent différentes fonctions dans le sol :

- Elles représentent un stock en éléments nutritifs qui peuvent être mis à disposition par le processus de minéralisation.
- Elles stimulent l'activité biologique car elles constituent une source d'énergie pour les organismes du sol.
- Elles contribuent à la **stabilité structurale** du sol et limitent le phénomène d'érosion hydrique. Les humus protègent l'argile car ils évitent leur dispersion dans l'eau. Et l'argile protège l'humus de l'action des micro-organismes en ralentissant sa minéralisation. Ces colloïdes forment le **complexe argilo-humique** qui permet de stabiliser le sol.
- Elles contribuent à la perméabilité du sol et favorisent sa capacité à retenir l'eau.
- Elles sont capables de retenir les polluants organiques (pesticides et hydrocarbures) et minéraux.
- Elles influent sur la qualité de l'air en émettant ou stockant du CO_2 qui est un gaz à effet de serre. C'est en ce sens que le sol constitue un puits de carbone. Certaines pratiques favorisent le stockage ou le déstockage du carbone dans le sol : la conversion d'une prairie en culture participe à l'émission de CO_2 par exemple.



Formation du complexe argilo-humique

INDICATEURS DU TAUX DE MATIÈRES ORGANIQUES (MO)

indicateur 12

TAUX DE MO

Le taux de MO est calculé à partir du carbone organique total dans un échantillon de terre fine. Par convention, **le taux de MO = carbone organique x 1,72**. Ce taux est renseigné sur l'analyse de terre. Il est exprimé soit en pourcentage (%), soit en grammes de matières organiques par kilogrammes de terre fine et sèche (g/kg), selon les laboratoires d'analyse.

Conversion des unités 1 g/kg = 0,1 %

exemple : si matières organiques = 54,6g/kg alors taux = 5,46 %

Taux de MO	Signification	Code couleur
› à 4 %	Élevé en MO	5
Entre 3 et 4 %	Bien pourvu en MO	4
Entre 2 et 3 %	Si ‹ 22 % argile, bien	4
	Si 22 % ‹ argile › 30 %, moyen	3
	Si argile › 30 %, pauvre	2
Entre 1,4 et 2 %	Pauvre en MO	1
‹ à 1,4 %	Très pauvre en MO	0

indicateur 13

LE RAPPORT CARBONE/AZOTE (C/N)

Le taux de MO est calculé à partir du carbone organique total dans un échantillon de terre fine (la matière organique étant constituée en grande partie par du carbone issu de la décomposition d'êtres vivants). La mesure de la quantité de carbone dans un échantillon de sol permet d'en déduire le taux de matière organique.

C/N	Signification	Code couleur
‹ 8	Faible activité biologique	2
De 8 à 12	Bonne activité biologique	5
De 12 à 15	Diminution de l'activité biologique, début de « faim d'azote »	3
› 15	Faible activité biologique, humification, tourbières	0

FINALITÉ : RÉTENTION DU SOL EN ÉLÉMENTS MINÉRAUX

Un complexe argilo-humique stable procure au sol des propriétés [...] favorables à sa fertilité : [...] l'intégration de l'argile et de l'humus dans un même composé augmente la capacité du sol à retenir les bioéléments indispensables aux plantes[22].

Le complexe argilo-humique (CAH) a pour propriété de lier des argiles avec des humus grâce à des ponts de cations comme le calcium ou le fer, car l'argile et l'humus sont électronégatifs (cf schéma précédent). Petit rappel : des charges de même signe se repoussent tandis que des charges de signe opposé s'attirent. Ainsi, des **cations** tels que NH_{4+} (ammonium), Mg_{2+} (magnésium), K+ (potassium) peuvent se fixer au complexe. Ces cations constituent le réservoir de fertilité chimique du sol, aussi appelé **capacité d'échange cationique** (CEC). À ces cations peuvent se fixer des **anions** (charges négatives) comme le PO_{43-} (phospate). Les ions (cations + anions), solubles dans l'eau, vont pouvoir être échangés entre les plantes et le CAH, via la solution du sol. La formation et la stabilité du complexe argilo-humique dépendent donc de la quantité et de la qualité de la matière organique, de la présence des argiles et des cations de liaisons (calcium ou fer). Elles sont favorisées par la **faune** et la **microflore** du sol.

La rétention des minéraux contribue à la fertilité du sol. Le taux de saturation et la capacité d'échange cationique sont des indicateurs du degré de fertilité minérale d'un sol. Ainsi, il est intéressant de mesurer à la fois la capacité du sol à retenir les minéraux (CEC et taux de saturation) mais aussi de mesurer la quantité de ces éléments disponibles. Les **éléments minéraux** essentiels à la plante sont des cations (Ca_{2+}, Mg_{2+}, K_{+}, Cu_{2+}, Mn_{2+}, NH_{4+}, etc.) et des anions (NO_{3-}, HPO_{42-}, SO_{42-}, etc.).

22 Le sol vivant : base de pédologie, biologie des sols, Jean-Michel Gobat, Michel Aragno, Willy Matthey, 2010.

INDICATEURS DE RÉTENTION DES MINÉRAUX

indicateur 14 LA CAPACITÉ D'ÉCHANGE CATIONIQUE (CEC)

La CEC correspond à la quantité totale de cations que le sol est capable de stocker et varie en fonction du pH. Cette mesure est fiable puisque *la CEC est relativement stable dans un sol*[23]. Elle s'exprime en centimoles de charges positives par kilogramme de terre fine et sèche (cmol+/kg sol sec) ou milliéquivalents pour 100g (meq/100g) ou en milliéquivalents pour un kilogramme de terre (meq/kg). La valeur de la CEC se lit sur une analyse de terre.

Conversion des unités

1 méq/100g = 1 méq/100g

exemple : si CEC = 114 méq/kg
alors CEC = 11,4 méq/100g

CEC (meq/100g)	Signification	Note
› à 25	CEC très élevée	5
Entre 15 et 25	CEC élevée	4
Entre 9 et 15	CEC moyenne	3
‹ à 9	CEC faible	0

indicateur 15 TAUX DE SATURATION

Le taux de saturation en cations basiques (S/CEC) est le rapport, exprimé en pourcentage, de la somme des cations basiques échangeables (S) sur la CEC. Ce rapport est noté sur l'analyse de terre. Parmi les ions échangeables, il y a des ions dits acides (Al_{3+} et H_3O_+) et des ions dits basiques (Ca, Mg, P, Na, etc.). Le taux de saturation correspond à la part du CAH occupée par les ions basiques, la place libre sur le complexe argilo-humique étant occupée par les ions H_3O_+. Ainsi, un rapport faible indique un taux de saturation faible donc un CAH occupé par les ions H_3O_+ et donc un sol acide. À l'inverse, un rapport élevé indique que le CAH est saturé et que les ions ne peuvent plus se fixer dessus. Les ions sont alors libres dans la solution du sol et peuvent être sujets à la **lixiviation**[24].

Ce taux est variable d'un sol à l'autre, et, pour un même sol, d'une année à l'autre. En effet ce taux dépend :
- De la richesse chimique de la **roche mère** ;
- De la fréquence et de l'importance des apports de cations (surtout calcaires lors d'un chaulage par exemple) ;
- De l'importance du lessivage, donc du climat et de la perméabilité du sol.

23 Ibid.
24 Phénomène d'entrainement des éléments solubles dans l'eau (minéraux, engrais, métaux lourds) qui pénètrent dans le sol vers les nappes.

Le rapport idéal varie avec le type de sol, et on doit vérifier ce point auprès du laboratoire local d'analyses de sol. Cependant, le CFPPA de Saint Germain en Laye donne des valeurs de références :

Taux de saturation	Signification	Note
› 80 %	Sol basique	3
De 50 à 80 %	Situation idéale	5
De 10 à 50 %	Sol acide	2
‹ 10 %	Sol très acide	0

indicateur 16

QUANTITÉ DE MACROÉLÉMENTS

Les macroéléments sont les constituants de la matière vivante : Carbone, Hydrogène, Oxygène, Azote, Phosphore, Soufre et les ions K+ (potassium), Ca_{2+} (calcium), Mg_{2+} (magnesium), Cl- (chlore), Na+ (sodium). Les plantes vont puiser une partie de ces éléments dans l'air (C, O, H via CO_2 et H_2O) et les autres éléments dans le sol sous forme d'ions. Comme pour la faune, il n'existe pas de valeur de référence. Cependant, les teneurs en éléments dans de nombreux sols ont été mesurées et répertoriées. Dans le tableau ci-dessous figure une liste de macro-éléments avec les extrema (minimum et maximum) des teneurs correspondantes.

Teneur en macroéléments dans les sols (Source : GOBAT, 2010. Tableau p.114)

Macroéléments	Teneur dans le sol (% de matière sèche)
Azote (N)	0,3 à 3
Phosphore (P)	0,1 à 1
Soufre (S)	0,1 à 1
Potassium (K)	2 à 30
Calcium (Ca)	2 à 15
Magnésium	1 à 10

L'idée est de relever les teneurs en éléments majeurs et d'observer des évolutions dans le temps. Les teneurs en éléments du sol que vous analysez sont disponibles sur la fiche de résultats fournie par le laboratoire et sont exprimées en ppm (parties par millions) ou en g/kg.

Conversion des unités

0,001 g/kgg = 1 mg/kg = 1 ppm

exemple :
si P205 = 0,041g/kg
alors P205 = 41ppm

indicateur 17

QUANTITÉ D'OLIGO-ÉLÉMENTS

Les oligoéléments sont des éléments indispensables aux êtres vivants mais absorbés par ces derniers en petites quantités : fer (Fe), manganèse (Mn), cuivre (Cu), zinc (Zn), molybdène (Mo), cobalt (Co), bore (B), aluminium (Al), zinc (Zn), etc. Ces éléments vont être absorbés par la plante via la solution du sol. Il n'existe pas de valeur de référence. Cependant, les teneurs en éléments dans de nombreux sols ont été mesurées et répertoriées. Dans le tableau ci-dessous figure une liste d'oligo-éléments avec les extrema (minimum et maximum) des teneurs correspondantes.

Teneur en oligo-éléments dans les sols (Source : GOBAT, 2010. Tableau p 114

Oligo-éléments	Teneur en Oligo-éléments (ppm de matière sèche)
Fer (Fe)	jusqu'à 40 000
Manganèse (Mn)	200 à 4 000
Cuivre (Cu)	5 à 100
Zinc (Zn)	10 à 300
Molybdène (Mo)	0,5 à 5
Bore (B)	5 à 100
Aluminium (Al)	50 à 200

L'idée est de relever les teneurs en oligo-éléments et d'observer des évolutions dans le temps. Les teneurs en oligo-éléments du sol que vous analysez sont disponibles sur la fiche de résultats fournie par le laboratoire et sont exprimés en ppm (parties par million).

Exemple d'un diagnostic Humus réalisé

Diagnostic Humus sur la **Ferme des Eygageyres (43)**

Fermier : **Romain Michel**

Date : **samedi 21 mai 2016**

Réalisation : Jude Sapaëty et Klervia Pelé

Et l'association Terre de Liens Auvergne

© Terre de Liens, 2016

PRÉSENTATION ET SITUATION DE LA FERME DANS SON TERRITOIRE

INFORMATIONS GÉNÉRALES

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Nom de la ferme
Domaine des Eygageyres

Adresse
43, Chadron

Villes proches
au sud du Puy-en-Velay

Statut juridique
Exploitation Individuelle (EI)

Productions/Activités Principales:
Porcs plein air, transformation

Autres activités:
- liées à l'exploitation: **80 Brebis et 4 vaches allaitantes**
- extérieures: **RAS**

Si élevage:
Catégorie d'animaux et effectifs 2016
15 Porcs adultes, 15 porcelets, 7 VA, 3 veaux, 7 brebis, 53 agnelles
Nbre d'UGB:
25,22
Type de bâtiments/ équipements:
Abris
Produits et écoulements: **Viande**

Certification
AB

Foncier:
ST: **33,5 Ha**
SAU: **25,27**
SCOP (Surface en Céréales et Oléo-Protéagineux): **8**
STH (Surface Toujours en Herbe): **19**
dont propriété du paysan: **2,5 Ha**
locations avec bail: **25 Ha**
autres: **6 Ha**

Structure foncière
2 ilôts dont un de 27,5 Ha autour des bâtiments

Types de terrains
valonnés
texture:
pH: *Non indiqué*
surfaces irriguées: *Non indiqué*

Assolement
TL :
dont SCOP: **3**
dont fourrages: **5**
STH: **19**
(dont alpages/ parcours: **0**)

Cultures pérennes
0

Main d'œuvre
Exploitants (nombre d'UTH):
Romain Michel (1 UTH);
Aide ponctuelle:
Parents

Salariés (nombre d'UTH):
permanents: *Non indiqué*
temporaires: *Non indiqué*

Matériel en propriété: *Non indiqué*
en copropriété: *Non indiqué*
en CUMA: *Non indiqué*

Bâtiments
En propriété:
ancien bâti comprenant habitation; bergerie; stockage aliments; construction d'un bâtiment d'hébergement des porcs plein-air
En location: **non**

LA FERME DANS SON TERRITOIRE

Région naturelle
Le Velay

Climat
Montagnard

Précipitations annuelles (en mm)
767

Ensoleillement annuel (en heures)
1885 h[1]

T° C minimale (moyenne)
3,3

T°C maximale (moyenne)
12,6

Géologie
Volcanique et granitique

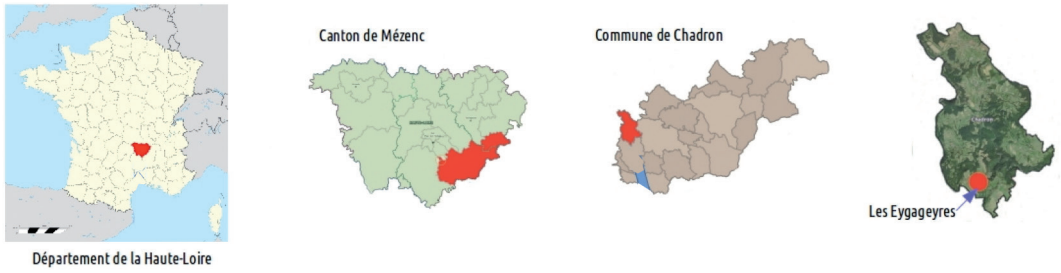
Altitude
850 mètres

Paysage caractéristique
Gorges de la Loire

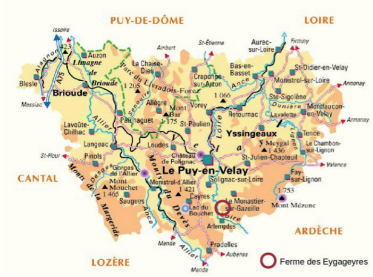
1 Donnée départementale: www.actualitix.com

Géographie

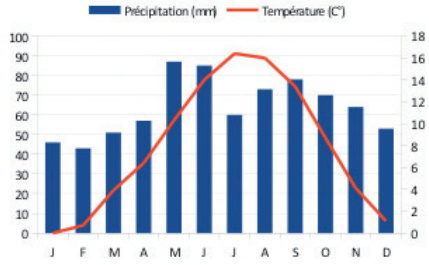
Comme l'indique la carte 1, le domaine des Eygageyres se situe au sud de la commune de Chadron, dans le canton de Mézenc au Sud-Est du département de la Haute-Loire. La ferme se trouve à 4,8 kilimètres du centre bourg et à 17 kilomètres du Puy en Velay, principale ville du département. D'un point de vue administratif, la commune est classée en zone de montagne[2].
Le Domaine est isolé au cœur de la Haute Vallée de la Loire entre le Mont Mézenc, la source de la Loire et les Monts du Devès (carte 2). Situé au Sud-Est du Massif Central, sur les Hauts Plateaux des Monts d'Ardèche, l'exploitation est à 850 mètres d'altitude.



Carte 1 : Présentation géographique



Carte 2 : Relief du département de Haute-Loire



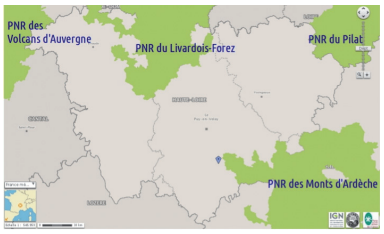
Graphe 1 : Diagramme climatique du Monastier-sur-Gazeille

Climat

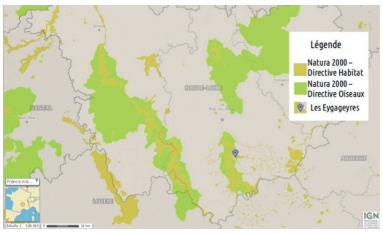
Comme l'indique le graphe 1, les Eygageyres se trouvent en climat de moyenne montagne avec des variations rapides de température. Le climat est plutôt venté, sec et ensoleillé (plus de 2 000 heures par an)[3]. Juillet est le mois le plus chaud de l'année avec une température moyenne de 16.4°C. Janvier est le plus froid de l'année avec une température moyenne de 0.0 °C.

2 Source : www.observatoire-des-territoires.gouv.f
3 Source : Wikipedia

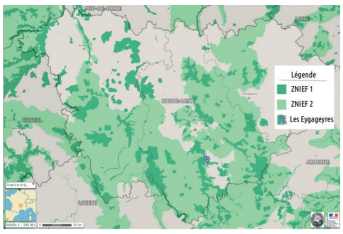
Environnement naturel



Présentation des PNR de Haute-Loire

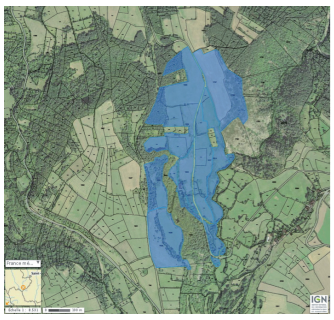


Présentation des zones Natura 2000 de Haute-Loire

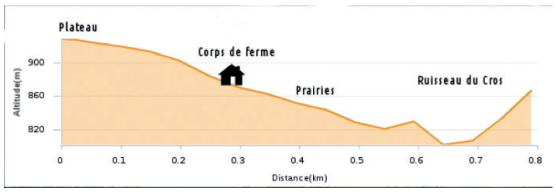


Présentation des ZNIEF de Haute-Loire

Sur le plan environnemental, au regard des cartes ci-dessus, on se rend compte que le secteur des Eygageyres est à proximité du PNR des Monts d'Ardèche, d'une ZNIEF de niveau 1 et d'une zone Natura 2000 directive habitat et directive oiseaux.
Cela indique que ce secteur présente un intérêt très particulier en matière de préservation et de conservation de la nature.



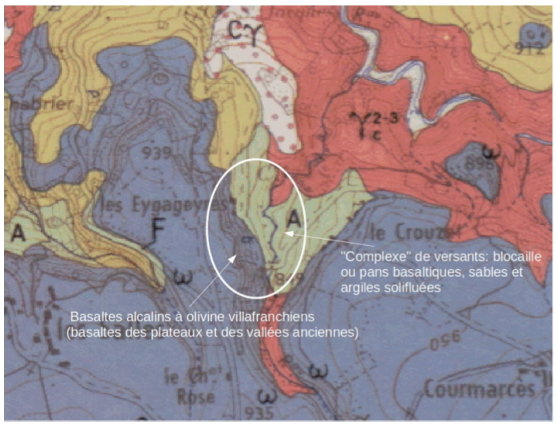
Carte 3: Présentation parcellaire



Graphe 2: Profil altimétrique traversant la ferme d'Ouest en Est

La carte 3 indique quant à elle que le parcellaire est très homogène et composé de deux ilots très rapprochés. L'exploitation est traversée par une route du Nord au Sud. Le corps d'exploitation est situé relativement au centre du parcellaire.
Le profil altimétrique indique que la ferme est située sur un versant orienté à l'Est. L'altitude oscille entre 900 mètres pour le plateau à l'Est et 820 mètres pour le ruisseau le Cros.

Géologie



Carte 4 : Formations géologiques du secteur des Eygageyres

L'histoire géologique de la région est particulièrement riche. En effet, les formations volcaniques sont largement représentées sur ce territoire: la plus importante étant celle du plateau du Devès, mais aussi à l'Ouest et à l'Est, dans les vallées de l'Allier, de la Loire et de leurs affluents. Il s'agit exclusivement de produits basaltiques épanchés sous forme de coulées (quelques mètres à quelques 10 ou 15 mètres d'épaisseur) et d'empilements de coulées (dépassant souvent 100 mètres de puissance) issues de l'activité des volcans.

D'un point de vue chronologique, une série d'épisodes volcaniques plus ou moins anciens se sont succédés : 12 à 8 millions d'années (Ma) pour les volcans du Mézenc et du Meygal (Sucs phonolitiques) et 3 millions d'années à 40 000 ans pour les volcans du Devès (basaltes). Ces volcans se sont installés sur un socle cristallin ancien (granite) datant de 300 à 500 millions d'années.
Au niveau de la ferme des Eygageyres, on distingue deux types de formations géologiques : le basalte alcalin à olivine villefranchiens sur la partie de plateau à l'Est du domaine et un complexe de biocaille sur la partie Ouest.[4]
La limite entre ces deux types de roche, située précisément au niveau de la maison, est propice aux résurgences de sources.

Histoire de la ferme

Le nom de la ferme ***Eygageyres*** viendrait du mot ***aygue*** qui signifie ***eau*** en occitan, ce qui laisse supposer que l'emplacement du corps de ferme a été déterminé par la présence d'une source ou d'un point d'eau à proximité.
Le bâtiment de la ferme a été construit en 1656, dans le style d'une maison bourgeoise, par un notaire du Monastier-sur-Gazeille. Jusque dans les années 1970, c'est une ferme traditionnelle, on y pratique la polyculture-élevage laitier sur une surface de trente hectares. Comme l'indique les cartes 5 à 8, depuis 1948, le parcellaire s'est à peu près maintenu sauf quelques parcelles qui ont été laissées en friche.

Carte 5 :
Vue aérienne de 1948

Carte 6 :
Vue aérienne de 1977

Carte 7 :
Vue aérienne de 1994

Carte 8 :
Vue aérienne actuelle

Dans les années 1970, la ferme s'agrandit de quarante hectares sur les Salles de Saint-Martin-de-Fugères (hameau voisin) qui devient le cœur de l'exploitation. Les Eygageyres deviennent alors une annexe, plus ou moins délaissée au fur et à mesure : le travail des terres est minimal, elles ne sont plus amendées, ni cultivées (abandon des rotations). Les parcelles se ferment progressivement (cartes 6 et 7).
En 2015, Romain s'installe aux Eygageyres. En un an, il réalise un important travail de débroussaillage et de réouverture des milieux (taille des haies notamment) : autour de la maison, sur les chemins et les bordures de champs. Un tiers des parcelles étaient en friche avant l'intervention de Romain.

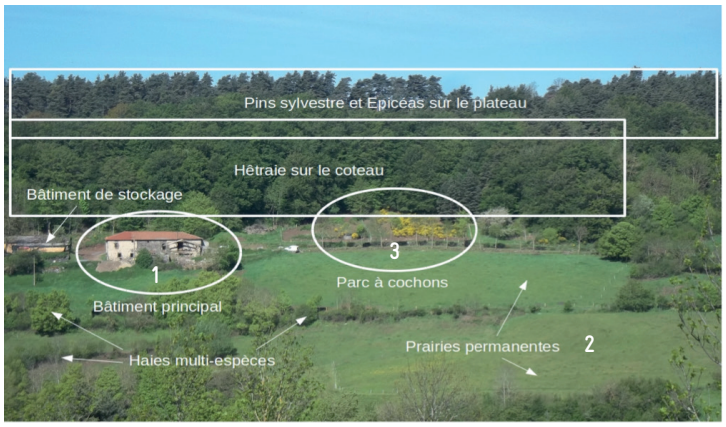
4 Carte Géologique de la France – Cayres – Bureau de recherches géologiques et minières

LECTURE DE PAYSAGE

Lecture paysagère depuis l'autre versant

Supports cartographiques pour la lecture paysagère

La lecture de paysage a été réalisée depuis le versant opposé à la ferme, à même hauteur que le corps de bâtiment. Le travail s'est donc concentré sur l'îlot principal du domaine, celui de 27,5 hectares. Les six hectares mis à disposition par l'Entreprise Publique Locale (EPL) n'ont pas été étudiés.

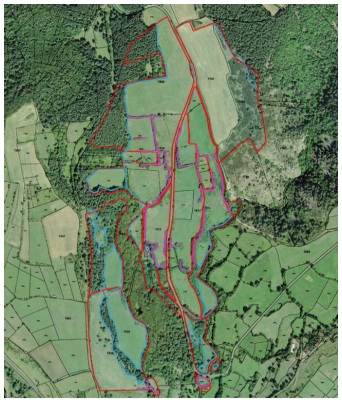


Représentation de la lecture paysagère

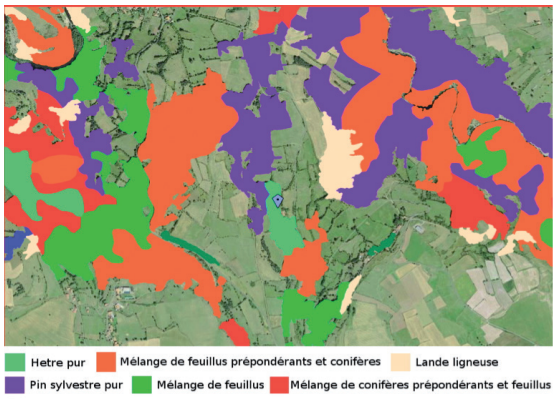
L'observation du paysage à partir de la photo 3 indique que la ferme est en pente et est entourée de bois sur la partie haute et la partie basse. Les éléments de la ferme que l'on peut voir sont : 1) les bâtiments d'exploitations, 2) des prairies permanentes à droite et en contre-bas des bâtiments et délimités par des haies multi-espèces, 3) un parc à cochons élevés en plein-air situé au niveau du chemin d'accès au corps de ferme.

La partie arborée située en contre-haut se compose d'une hêtraie sur la partie en coteau et d'une pinède sur le plateau.

La carte 9 permet de se rendre compte des éléments naturels entourant la ferme. Celle-ci totalise ainsi 1260 mètres de lisères avec les bois alentours (en bleu sur la carte) et 1680 mètres de haies (en violet sur la carte). Le périmètre de la ferme est indiqué en rouge.



Carte 9 : Présentation des infrastructures agro-écologiques



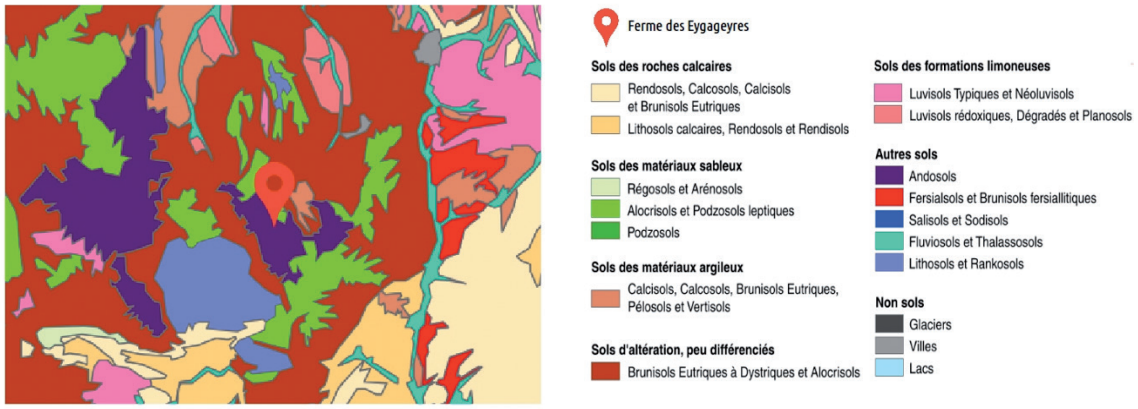
Carte 10 : Présentation des différents peuplements forestiers des environs

La carte 10 indique une certaine diversité de peuplements forestiers entourant la ferme. En effet, dans le périmètre immédiat de l'exploitation, on comptabilise les formations suivantes : hêtre pur, pin sylvestres pur, lande ligneuse, mélange de feuillus et des mélanges de feuillus et conifères. Ces ensembles confèrent à l'environnement de la ferme un potentiel de biodiversité intéressant. À noter également que les ensembles forestiers occupent un peu plus de la moitié de la superficie du secteur.

ANALYSE DU SOL

En préambule, les données pédologiques existantes nous permettent de dire que le sol du secteur des Eygageyres est de type **andosol, brunisol andique** (forme intermédiaire) ou **brunisol**. Les andosols sont des sols humiques (horizon supérieur riche en matière organique) peu évolués qui se développent sur des matériaux volcaniques en climat montagnard (> 1200m pour les Andosols et < 1000 m pour les Brunisols). Ils se caractérisent par la formation massive de complexes silico-alumineux appelés allophanes. Par brunification (libération de fer qui se substitue au calcium), les andosols évoluent progressivement en brunisol andique puis en brunisol typique.
D'un point de vue agronomique, ce sont des sols fertiles. De plus, le matériau originel est meuble et très poreux, il présente donc des conditions favorables à l'enracinement, une bonne réserve hydrique, et se travaille très bien.[5]

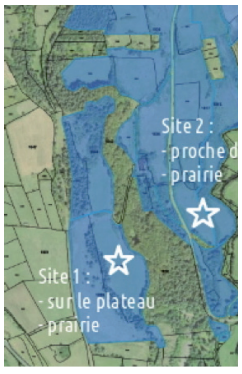
La carte suivante est issue d'un ouvrage traitant des paysages pédologiques de France et réalisé par l'INRA[6]:



Carte 11: Paysage pédologique de la région des Eygageyres

L'analyse de sol a été réalisé sur deux sites distincts: un site situé à proximité du ruisseau du Cros et un autre situé sur le plateau. La carte 12 indique leurs emplacements:

PLANTES BIO-INDICATRICES



Carte 12: Emplacement des sites d'analyses de sol

Les résultats des relevés floristiques sont présentés sur les tableaux 2, 3 et 4 correspondant respectivement au site 1, dans et en dehors de la zone Natura 2000 du site 2 (carte 12).
Il en ressort globalement que la nature du sol est relativement riche en bases actives ou non (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}). Le taux de matière organique est correct avec un déficit en azote vis-à-vis du carbone ce qui crée un risque de fossilisation de la matière organique qui devient alors inutilisable par les plantes. Le sol est faiblement aéré. Sur le site 1, à noter également, un engorgement en eau du sol, ce qui explique sa faible aération mais aussi la présence de drains en pierres.

5 Source: Wikipedia
6 Grands paysages pédologiques de France – M. Jamagne – INRA – 2011

Les relevés floristiques indiquent un cortège de trente fleurs sur le site 1, quatorze dans la zone Natura 2000 du site 2 et dix-huit en dehors de la zone Natura 2000. Il s'agit donc de prairies relativement diversifiées.

D'un point de vue fourrager, le tableau 1 nous informe sur le potentiel des prairies étudiées. Globalement, on trouve des espèces fourragères qualitatives autant sur le plan alimentaire que sanitaire. Par contre, pas d'espèces à haut rendement. Il s'agit donc de prairies qualitatives ce qui représente un atout pour la qualité des productions de la ferme. Par contre, il est nécessaire de fonctionner sur un modèle extensif car les prairies sont peu productives.

Prairie	Espèces à haut rendements	Espèces à haute valeur fourragère	Espèces nécessaires à la santé de l'animal
Site 1		Houlque laineuse ; Gesse des près ; Trèf le blanc	Pissentit ; Plantain lancéclé ; Renoncule acre ; Renoncule rampante
Site 2 Hors Natura 2000	Trèf le violet ;	Gesse des près ; Trèf le violet ; Vesce commune ; Vesce hirsute	Gaillet vrai ; Plantain lancéolé ; Pissenlit ;
Site 2 Natura 2000		Fétuque ovine ; Fétuque rouge ; Houlque laineuse ; Vesce commune	Minette ; Plantain lancéclé ; Polygale commun ; Pissenlit ;

Tableau 1: Potentiel fourrager des prairies étudiées

Nom Scientifique	Nom français	Coefficient de Recouvrement
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	2
Holcus lanatus	Houlque laineuse	2
Leucanthemum vulgare	Marguerite	2
Ranunculus acris	Renoncule acre	2
Crepis vesicaria	Crépide à feuilles de pissenlit	1
Deschampsia flexuosa	Canche flexueuse	1
Lathyrus pratensis	Gesse des près	1
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	1
Ranunculus repens	Renoncule rampante	1
Sanguisorba minor	Petite pimprenelle	1
Saxifraga granulata	Saxifrage granulée	1
Taraxacum officinalis	Pissenlit	1
Trifolium repens	Trèfle blanc	1
Veronica chamaedrys	Véronique petit-chêne	1

Tableau 2 : Liste des plantes bio-indicatrices – site 1

Nom Scientifique	Nom français	Coefficient de Recouvrement
Achillea millefolium	Achillée millefeuille	1
Festuca ovina	Fétuque ovine	1
Festuca rubra	Fétuque rouge	1
Holcus lanatus	Houlque laineuse	1
Medicago lupulina	Minette	1
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	1
Polygala vulgaris	Polygale commun	1
Polygonum bistorta	Renouée bistorte	1
Rumex acetosa	Grande oseille	1
Stellaria media	Mouron blanc	1
Taraxacum officinalis	Pissenlit	1
Tragopodon pratensis	Salsifis des près	1
Vicia sativa	Vesce commune	1

Tableau 3: Liste des plantes bio-indicatrices – site 2 Natura 2000

Nom Scientifique	Nom français	Coefficient de Recouvrement
Tragopodon pratensis	Salsifis des près	2
Anthyllis vulneraria	Vulnéraire	1
Bellis perennis	Pâquerette	1
Cardamine pratensis	Cardamine des près	1
Galium verum	Gaillet vrai	1
Lathyrus pratensis	Gesse des près	1
Leucanthemum vulgare	Marguerite	1
Luzula campestris	Luzule des champs	1
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé	1
Rumex acetosa	Grande oseille	1
Sanguisorba minor	Petite pimprenelle	1
Saxifraga granulata	Saxifrage granulée	1
Stellaria media	Mouron blanc	1
Trifolium pratense	Trèfle violet	1
Vicia hirsuta	Vesce hirsute	1
Vicia sativa	Vesce commune	1

Tablau 4 : Plantes bio-indicatrices Hors Natura 2000

Indicateurs de type 1 : avec références de qualité

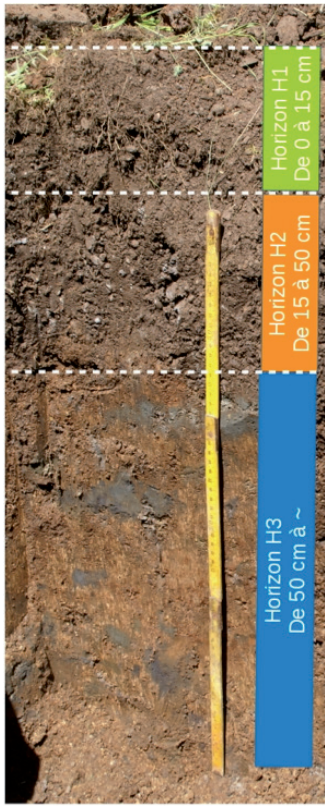
Site 1

Le profil se caractérise par trois horizons distincts présentés dans la photo 4.
Le tableau 5 présente les résultats d'observations du profil.

Finalité	Indicateur	Horizon	Note	Couleur	Interprétation
Protection des sols contre l'érosion	Trâce d'érosion		5		Absence de traces d'érosion. Analyse du sol sous prairie
	Croûte de battance		5		Absence de traces de battances. Analyse du sous prairie
Préservation de la structure du sol	Compacité	H1	5		Très peu compact au niveau de l'horizon de surface
		H2	3		Moyennement compact
		H3	1		Horizon très compact
	Etat d'humidité	tous	5		Humidité bien répartie ; les échanges verticaux ne sont pas bloqués
	Traces d'hydromorphie	tous	4		Taches sombres présentes à partir de 50cm de profondeur
	Structure	H1	5		Structure grumeleuse
		H2	4		Structure sub-anguleuse
		H3	0		Absence de structure
	Porosité	H1	5		En moyenne 15 galerie sur 4 cm²
		H2	5		En moyenne 15 galerie sur 4 cm²
		H3	0		Absence de porosité car pas de structure et très compact
Maintien et augmentation de la biodiversité du sol	Nombre de galeries de vers de terres	H1	2		Faible présence
		H2	0		Absence totale de vers de terre
		H3	0		Absence totale de vers de terre
	Densité racinaire	H1	5		Très forte densité racinaire en surface car prairie bien implanté
		H2	5		Forte densité racinaire
		H3	3		En moyenne 6 racines sur 50cm
Maintien et augmentation du taux de MO	Taux de MO	H1 et H2	5		Taux de MO = 4,95 %* ; minéralisation lente due à l'altitude
	C/N	H1 et H2	4		C / N = 12*
Rétension du sol en éléments minéraux	CEC	H1 et H2	4		CEC = 22,9 meq/100g*
	Taux de saturation	H1 et H2	3		Taux de saturation = 100 %*

(*) Données issues du laboratoire d'analyse de terre CESAR

Tableau 5 : Transcription des résultats du site 1



Profil pédologique du site 1

Globalement, il s'agit d'un sol profond de plus d'un mètre. La photo met en évidence les trois horizons (H1, H2, H3) qui se dégagent. Les zones de transitions entre chaque horizon est assez bien marqué, notamment entre H2 et H3. À ce stade, nous faisons l'hypothèse que les échanges hydriques et biochimiques sont limités entre H2 et H3. En creusant la fosse, nous avons excavé un drain en pierre ce qui indique que des mesures ont été prises dans le passé afin d'améliorer le drainage de la parcelle.

Horizon 1

L'analyse de terre indique une texture **argilo-limono-sableuse**, soit un sol relativement lourd et difficile à travailler mais présentant un potentiel de fertilité important. La prépondérance de l'argile indique qu'en présence d'eau, le sol est plastique et collant alors qu'en situation sèche, le sol est au contraire dur et compact. En cas de retournement de la prairie, la fenêtre d'intervention sera courte, il faudra bien considérer l'évolution de l'hygrométrie pour déclencher au meilleur moment le passage à l'action. Attention au fumier de porc qui rend les argiles encore plus collants. La texture nous informe également sur l'indice de battance qui est faible (0,62) ce qui indique que le sol n'est pas sujet à battance. Pour autant, il est préférable de ne pas laisser le sol à nu.

La structure grumeleuse, la bonne porosité, la bonne aération et l'importance du réseau racinaire indique un bon fonctionnement de cet horizon. Ce qui est confirmé par un niveau de matière organique élevé, un rapport C/N et une CEC équilibrée. L'humus est qualifié de **mull**[7].
Pour une prairie riche en matières organiques, on estime que le pH souhaitable est de 6 à 6,5. L'acidité mesurée sur le terrain est de pH=7, quelque soit l'horizon. Les données de laboratoire nous indique pH=6,78. Ces résultats indiquent que l'acidité du sol est conforme à ce que l'on cherche. D'autre part, le sol est très proche de la neutralité ce qui est un facteur très positif que ce soit pour le développement d'activité biologique du sol ou l'assimilabilité des oligo-éléments.

Horizon 2

Cet horizon se caractérise par : une structure sub-anguleuse, une compacité moyenne, une bonne porosité et une bonne densité racinaire. La population lombricienne est assez limitée.
Un décompactage végétal de H2 permettrait d'améliorer l'aération de l'horizon ce qui donnerait de meilleures conditions pour le développement de l'activité biologique aérobie. Les plantes décompactantes sont des espèces à racines profondes : colza, moutarde, par exemple. Un décompactage mécanique aurait pour conséquence une dilution de la matière organique et une perturbation importante de l'activité biologique.

Horizon 3

L'horizon 3 est de structure massive et très compacte. Il est de couleur ocre avec des tâches gris foncés qui sont le signe d'hydromorphisme. Ces caractéristiques sont très peu favorables au développement d'une activité biologique aérobie et au développement racinaire.
L'implantation d'arbres en agro-foresterie permettrait de compenser le mauvais drainage en profondeur.

Site 2

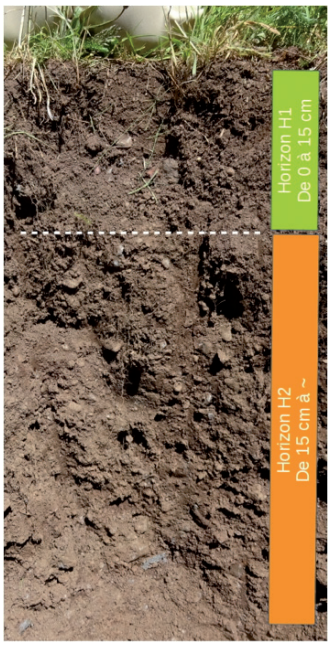
Le tableau suivant présente les résultats d'analyse du site 2 :

Finalité	Indicateur	Horizon	Note	Couleur	Interprétation
Protection des sols contre l'érosion	Trâce d'érosion		5		Absence de traces d'érosion. Analyse du sol sous prairie
	Croûte de battance		5		Absence de traces de battances. Analyse du sous prairie
Préservation de la structure du sol	Compacité	H1	3		Le sol est relativement compact
		H2	3		Le sol est relativement compact
	Etat d'humidité	tous	5		Humidité bien répartie ; les échanges verticaux ne sont pas bloqués
	Traces d'hydromorphie	tous	5		Pas de traces d'hydromorphies
	Structure	H1	5		Structure grumeleuse
		H2	4		Structure sub-anguleuse à grumeleuse
	Porosité	tous	5		Porosité élevée
Maintien et augmentation de la biodiversité du sol	Nombre de galeries De vers de terres	tous	5		Présence importante de lombriciens
	Densité racinaire	tous	5		Nombreuses racines, parfois gênées par des cailloux
Maintien et augmentation du taux de MO	Taux de MO	H1	5		Taux de MO = 5,7 %*
	C/N	H1	0		C / N = 29* ; résultat très élevé qui indique un déf icit en azote
Rétension du sol en éléments minéraux	CEC	H1	4		CEC = 15,4 ; importance du Magnésium
	Taux de saturation	H1	3		Taux de saturation = 100 %*

(*) Données issues du laboratoire d'analyse de terre CESAR

Tableau 6 : Transcription des résultats du site 2

7 Le mull est un type d'humus qui se forme en milieu oxygéné. Il a une structure granuleuse et est d'une couleur brunâtre.



Profil pédologique du site 2

Le profil se définit par deux horizons séparés par une limite floue. L'horizon H1 de 0 à 15 centimètres de profondeur et l'horizon H2 à partir de 15 centimètres. La profondeur du sol est d'au moins 100 centimètres).
Les résultats d'analyse du sol sont globalement positifs. À noter le déséquilibre du rapport C/N, déjà révélé par les plantes bio-indicatrices. La matière organique évolue alors vers une forme fossilisée et n'est plus disponible pour la fertilité du sol. D'autre part, les micro-organismes ne peuvent pas se développer correctement.
On note également un niveau de compacité important sur l'ensemble du profil. Un décompactage serait utile pour renforcer la macro-porosité du profil.
À noter l'absence de traces d'hydromorphismes en profondeur, contrairement au site 1. Le sol semble être en mesure d'assurer une meilleure circulation des éléments en solution à cet endroit. Pas de problème de drainage.

Indicateurs de type 2 : sans références de qualité

Les résultats sont incomplets car, en ce qui concerne la faune endogée, nous n'avons pas eu le temps de faire un comptage à la loupe. D'autre part, les oligo-éléments n'ont pas été analysés en laboratoire. Le protocole du Pot Barber n'a pas été réalisé comme il se doit : les résultats ne sont pas vraiment exploitables. Concernant les éléments majeurs, on note une forte teneur en Magnésium sur les deux sites étudiés.

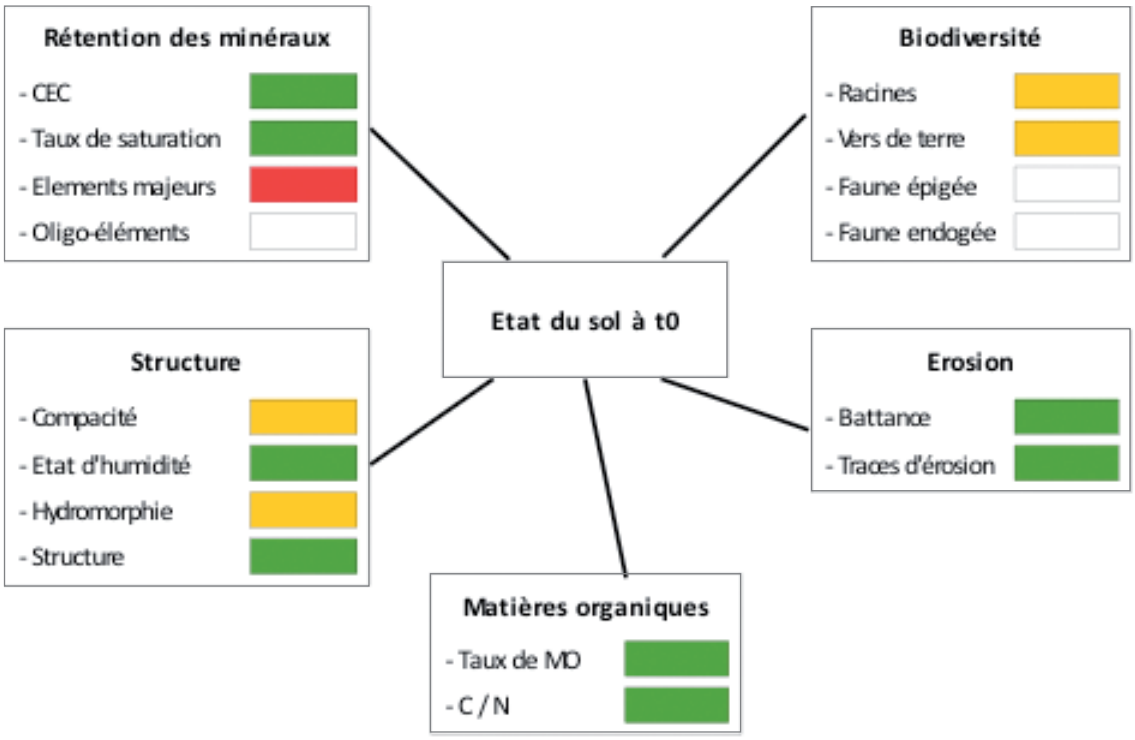
Faune épigée		
	Site 1	Site 2
Carabes	2	/
Araignées	7	/
Mollusques		/
Collemboles		/
Acariens		/
Cloportes		/
Fourmis	2	/
Myriapodes		/
Protoures et Diploures		/
Nématodes et petits vers		/
autres :		
Sauterelles		/
Punaises		/
Larves		/
Insectes volants		/
Chenilles		/
Coléoptères	1	/

Faune endogée		
	Site 1	Site 2
Collemboles	/	/
Acariens	/	/
Myriapodes	/	/
Protoures et Diploures	/	/
Nématodes et petits vers	/	/
autres :		
Larves	/	/
Chenilles	/	/

Elements majeurs (ppm)		
	Site 1	Site 2
Phosphore P2O5	841	552
Potasse K2O	333	138
Magnésie Mgo	2500	2800
Sodium Na2O	/	/

Oligo-éléments (ppm)		
	Site 1	Site 2
Zinc (Zn)	/	/
Manganèse (Mn)	/	/
Cuivre (Cu)	/	/
Fer (Fe)	/	/
Bore (B)	/	/

BILAN



Atouts	Contraintes
- Sol profond - Pas d'érosion ni de battance - Riche en matière organique équilibrée	- Faible teneur en calcium qui est remplacé par le magnésium dans le calcul de la CEC - Faible activité biologique (à vérifier) - Compacité importante en profondeur accompagnée d'hydromorphisme dans la zone du plateau

À noter que la biodiversité du sol aurait besoin d'être étudiée plus précisément. Il serait intéressant de mettre en place les protocoles de l'OAB sur la ferme pour la saison 2017. Pour l'étude de la faune endogée, il serait intéressant de travailler sur la population de collemboles à partir d'une méthode d'extraction standard. Ce travail serait à réaliser deux à trois fois dans l'année sur un échantillon de parcelles représentatives.

MISE EN ŒUVRE

Livret 2

Terre de Liens
Mission Utilité sociale et environnementale

Organisation générale et calendrier prévisionnel

Sur la ferme, le diagnostic Humus se déroule en trois journées réparties comme suit :

	À quoi cette journée est-elle consacrée ?	Qui est présent ?
JOUR 1	À **l'analyse du sol** en profondeur, à travers l'analyse des fosses pédologiques et des prélèvements à la tarière	L'animateur du diagnostic, quelques bénévoles et le fermier
JOUR 2	À **la biodiversité**, à travers l'observation des Infrastructures Agroécologiques (IAE) et à travers le relevé des plantes bio-indicatrices. Cette journée permet de faire le lien avec les clauses environnementales du bail rural contractualisé entre le fermier et Terre de Liens.	L'animateur du diagnostic, quelques bénévoles et le fermier
JOUR 3	À **une restitution des principaux résultats** observés, au test de certains indicateurs et protocoles, et à la réalisation d'une lecture de paysage.	Toute personne intéressée par la question des sols et du suivi environnemental

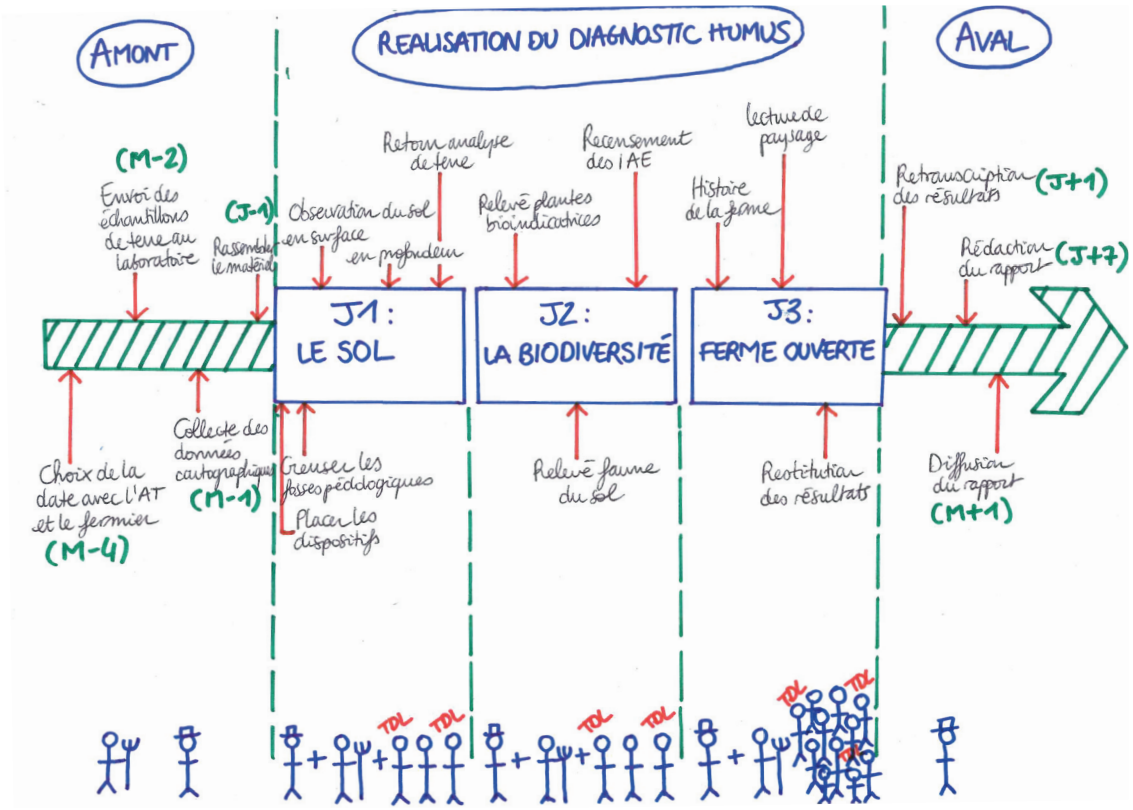
Un diagnostic Humus doit idéalement être réalisé entre mi-avril et fin juin. À défaut, il peut également être réalisé entre fin août et mi-octobre, mais la biodiversité risque d'être moins représentative à cette époque, notamment en ce qui concerne les plantes bio-indicatrices.

Élaboré au sein de la mission Utilité sociale et environnementale de l'Association nationale de Terre de Liens, le diagnostic Humus a vocation à se déployer pour répondre à des besoins locaux, territoriaux. **Les résultats obtenus, notamment via la rédaction d'un rapport, sont ensuite partagés avec l'Association nationale. Elle capitalise et valorise ces résultats d'analyses des sols, et les tient disponibles au mouvement Terre de Liens**. Pour toute question ou information : humus@terredeliens.org

Toute association territoriale ou groupe local peut donc organiser la réalisation d'un diagnostic Humus sur son territoire. La principale condition pour se lancer est de disposer d'un groupe de bénévoles intéressés et motivés pour épauler la personne « experte » en charge de la réalisation du diagnostic, notamment pour les deux premières journées sur le terrain.

Calendrier prévisionnel indicatif pour l'organisation d'un diagnostic Humus :

Étapes	Quand ?	Conditions et commentaires
Choix de la ferme sur laquelle se déroule le diagnostic, prise de contact avec le fermier, choix de la date.	Janvier à mars	Des bénévoles motivés sont identifiés pour participer à la réalisation du diagnostic dans sa globalité ; Choisir la date qui permet au fermier de se rendre ponctuellement disponible lors de la réalisation du diagnostic.
Prélèvements de terre pour l'analyse en laboratoire	Trois mois avant la réalisation du diagnostic	Demander au fermier de réaliser les échantillons de terre, de manière à pouvoir en disposer lors des trois journées sur la ferme.
Réalisation du diagnostic	Option 1 : Fin avril à fin juin Option 2 : Fin août à fin septembre	Les trois journées doivent être consécutives ; Pour permettre au plus grand nombre de personnes d'y participer, placer la troisième journée un samedi ou un dimanche ; Si l'option 2 est retenue, s'assurer que le fermier conserve un bout de parcelle non fauchée, le cas échéant, pour l'observation de la biodiversité.
Rédaction du rapport et diffusion des résultats	À la suite des trois journées de terrain	Plus le rapport est rédigé rapidement après la visite de la ferme, meilleure sera la restitution des résultats !



En amont du diagnostic : rassembler le matériel et préparer les protocoles

COLLECTER DES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES

PRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE DE LA FERME

La situation de la ferme dans son territoire, ou dans son contexte environnemental, permet de comprendre la composition du sol et son occupation. Elle permet aussi d'inventorier les éléments caractéristiques du paysage : les forêts, les bâtiments, les routes et chemins, les infrastructures agroécologiques.

Les différentes cartes à collecter sont les suivantes :

- **La situation de la ferme dans son territoire** : présentation géographique de la ferme à partir de trois cartes, de l'échelle nationale au canton puis à la commune.

- **Le relief du département dans lequel s'insère la ferme** : carte disponible sur www.1france.fr

- **Les données climatiques de la ferme** : pour comprendre le fonctionnement global de l'environnement naturel dans lequel elle s'inscrit. Ces données pourront être reprises lors de l'observation des plantes bio-indicatrices :

  Se rendre sur https://fr.climate-data.org :

  1. Cliquer sur la loupe (fonction recherche en haut à droite)
  2. Entrer le nom de la commune
  3. Réaliser une copie d'écran du diagramme climatique

- **Les données relatives à l'environnement naturel de la ferme** (Parc Naturel Régional, zone Natura 2000, ZNIEF, etc.) :

  Se rendre sur : www.geoportail.gouv.fr/carte

  1. Entrer le nom de la commune
  2. Cliquer sur le menu carte en haut à gauche
  3. Dans données thématiques, sélectionner **Développement durable, énergie,** puis **Espaces protégés**
  4. Réaliser une copie d'écran à partir du fond de carte sélectionné

- **La présentation du parcellaire** :

  Se rendre sur : www.geoportail.gouv.fr/carte

  1. Entrer le nom de la commune
  2. Cliquer sur le menu carte en haut à gauche
  3. Sélectionner le fonds de carte **Parcelles cadastrales**
  4. Réaliser une copie d'écran à partir du fond de carte sélectionné

Le profil altimétrique de la ferme :

Se rendre sur : www.geoportail.gouv.fr/carte

1. Entrer le nom de la commune
2. Cliquer sur la clé à molette en haut à droite, puis **Mesures** et **Établir un profil altimétrique**
3. Sélectionner deux points éloignés de la ferme ; le profil altimétrique se génère automatiquement après un double clic.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU TERRITOIRE

La carte géologique donne les types de roches présentes sur le territoire. Il n'est pas nécessaire de comprendre ni de connaitre les caractéristiques des roches, mais d'en observer la diversité sur un territoire donné, afin d'observer les variations de type de sol. C'est la nature de la roche qui va en effet déterminer en grande partie le type de sol.

Se rendre sur http://infoterre.brgm.fr :

1. Cliquez sur **Accéder au visualiseur simplifié** en bas de la page d'acueil.
2. Entrer le nom de la commune, ou l'adresse complète de la ferme si vous l'avez, dans **Localisation**
3. Cliquer sur l'onglet en haut à droite pour agrandir la carte
4. Se mettre à l'échelle 1/25 000 avec la fonction **Zoom**
5. Dans la rubrique **Données**, sélectionner **Cartes géologiques** et le fond **Cartes topographiques**
6. Dans la rubrique **Légendes**, sélectionner **Accéder à la légende dynamique** et aux notices : on obtient le type de roche correspondant en cliquant sur la carte
7. Réaliser une copie d'écran

HISTOIRE DE LA FERME

Connaître l'histoire vécue sur la ferme cette dernière décennie ou ce dernier siècle, permet de comprendre certains aspects du paysage ou du sol. Une parcelle en prairie, par exemple, est considérée comme pauvre car anciennement cultivée en céréales ou en vigne. Une comparaison de différentes vues aériennes selon l'époque permet notamment de comprendre les principales évolutions de la ferme.

Se rendre sur www.geoportail.fr :

1. Entrer l'adresse complète de la ferme
2. Dans la rubrique **Cartes** en haut à gauche, sélectionner le fonds de carte **Photographies aériennes**
3. Défiler le menu déroulant **Cartes** et cliquer sur **Remonter le temps** puis aller sur **Remonter le temps**
4. Choisir trois années un peu distantes les unes des autres et pour lesquelles une carte est disponible pour la zone.
5. Télécharger les photos

PRÉPARER LES DISPOSITIFS DE CAPTURE DE LA FAUNE

Les deux protocoles décrits ci-après sont les premiers à mettre en place lorsque l'on arrive sur une ferme pour la réalisation d'un diagnostic Humus. L'analyse des résultats de ces deux protocoles est expliquée en pages 82 et 83.

LES POTS BARBER

Ce protocole consiste à placer des pots au ras du sol, de façon à ce que les invertébrés marcheurs tombent dedans. Le piège Barber permet de capturer la faune épigée comme les carabes, les araignées, les mollusques (limaces), les collemboles, les acariens, les cloportes, les nématodes et les petits vers. Il ne permet pas, en revanche, de capturer les escargots et les taupes. Néanmoins, ce piège permet de collecter de nombreux individus et donne une bonne image de la diversité présente et de la densité d'individus en activité sur la durée du piégeage.
Le protocole peut être mis en place sur toute parcelle possédant un couvert végétal, qu'il s'agisse d'une prairie ou d'une culture.

Matériel pour la mise en place des pièges :
Trois récipients en verre ou en plastique de 10 cm de diamètre, un litre d'eau, 300 gr de sel, une dizaine de gouttes de liquide vaisselle, six tuteurs.

Temps estimé : 1 heure

Mise en place :

1. Placer les pots sur la parcelle à analyser, en général au centre de celle-ci.
2. Disposer les 3 pots dans la parcelle, selon une ligne où les pots sont espacés de 10 mètres chacun.

Les pots ne doivent pas être posés sur les passages de roues des engins agricoles. S'assurer que le récipient se trouve au ras du sol.

3. Remplir les pots au tiers (voire à moitié en cas de forte chaleur et au quart au cours des périodes de pluie) d'un liquide de conservation composé d'eau, de sel et de liquide vaisselle. Cette solution permet de noyer les individus tout en les conservant jusqu'à la date de relevé.
4. Poser les tuteurs pour matérialiser l'emplacement des pots.
5. Matérialiser l'emplacement des pots sur une carte.

L'EXTRACTEUR DE BERLÈSE-TULLGREN

L'extracteur de Berlèse-Tullgren vise à capturer la faune endogée du sol et la faune de petite taille (méso-faune). Son principe consiste à placer un volume de terre sur une grille et à le dessécher lentement du haut au moyen d'une lampe, afin de chasser la faune vers le bas et de la récupérer dans un récipient.

Matériel pour le montage de l'extracteur
Une bouteille de 5 litres, une grille ou tamis avec des mailles de 4mm, un collant ou tissu sombre, une lampe de bureau, du liquide de conservation (50cl d'eau, 150gr de sel et 10 gouttes de liquide vaisselle).

Temps nécessaire : 15 minutes

Construire l'extracteur :

Couper la bouteille de 5 litres en deux de manière à avoir un récipient et un entonnoir.

1. Verser le liquide de conservation dans le récipient sur 3 cm de hauteur et placer l'entonnoir dessus.
2. Placer la grille ou le tamis ou le filet dans l'entonnoir. Enrouler l'entonnoir et le récipient dans un tissu sombre.

Prélever de la terre :

1. Prélever trois échantillons de terre à une profondeur de 20cm, pour un volume identique à une poignée. Les échantillons sont prélevés aléatoirement à proximité de la zone d'analyse du sol.
2. Placer les trois échantillons dans un seau et mélanger.
3. Placer le mélange dans l'extracteur.
4. Placer la lampe au dessus et proche de l'entonnoir pour que la chaleur émise provoque l'élimination de l'humidité de l'échantillon.

PRÉLEVER DES ÉCHANTILLONS DE TERRE POUR LE LABORATOIRE

Avant toute chose, il faut contacter un laboratoire d'analyse agréé. Le mieux est de choisir un laboratoire d'analyse local ou le laboratoire habituel de Terre de Liens en région. Si vous ne connaissez pas de laboratoire, appelez la Chambre d'agriculture du département de la ferme.
Il existe plusieurs types d'analyse. Demandez une analyse physico-chimique pour des échantillons de terre, comprenant les éléments suivants :

- Granulométrie
- Le pH eau
- Le taux de matière organique et le C/N
- La CEC, le taux de saturation et les teneurs en éléments majeurs oxydés (phosphore, potassium, calcium, magnésium, sodium)
- Les teneurs en oligo-éléments

En général, les résultats sont reçus un mois après l'envoi des échantillons. Demandez au laboratoire d'envoyer les résultats au fermier ainsi qu'à vous.

Il faut sélectionner des zones homogènes et non perturbées par l'homme, sur une ou deux parcelles représentatives de la ferme (en fonction de la surface de la ferme et des productions).

Matériel nécessaire :
Tarière, couteau, seaux, sacs de congélation

Temps estimé : 1 heure

Réalisation :
Les prélèvements peuvent être effectués par le fermier, **un mois** avant la réalisation du diagnostic.

Les méthodes de prélèvement sont généralement expliquées directement par le laboratoire, en fonction des types de culture. Il précise également la quantité de terre à envoyer et fournit dans la plupart des cas le matériel nécessaire au conditionnement des échantillons. De manière générale :

- Effectuer douze prélèvements à 20cm et douze prélèvements à 50cm à l'aide d'une tarière graduée, que l'on place dans deux seaux : un pour les échantillons à 20cm et un autre pour les échantillons à 50cm.
- Une fois les prélèvements effectués, mélanger le contenu de chaque seau afin que celui-ci soit homogène.
- Prélever 500 grammes de terre dans chaque seau et les placer dans deux sacs plastiques différents. Chasser l'air des sacs et les fermer.
- Inscrire sur les sacs la date de prélèvement et le nom de la parcelle.

CREUSER UNE FOSSE PÉDOLOGIQUE

Dans un premier temps, il faut déterminer la place de ces fosses (idéalement deux), de manière à ce que l'analyse soit la plus représentative du sol de la ferme. C'est notamment pour cela que cette analyse peut être complétée par des prélèvements à la tarière.

Comme sur les échantillons de terre, il est important de choisir une zone homogène et non perturbée par l'homme pour creuser une fosse. Les emplacements à éviter sont les lisières de forêts, les bords de route, chemins, ruisseaux, la proximité de ruines, de haies, fossés, rigoles, tranchées de drainage, les bosses et les dépressions, les passages d'engins agricoles.

La fosse peut être creusée de manière mécanique ou manuelle. Si la fosse réalisée mécaniquement permet d'envisager une fosse plus profonde, le creusement manuel permet de découvrir par sensations directes certaines caractéristiques du sol (compacité, éléments grossiers, etc.).

Matériel nécessaire :
Pelles, bêche, pioche, mètre

Temps estimé : deux heures si creusement manuel

Les éléments à garder en tête :

- Une surface d'environ 1,5m2 est suffisante : longueur = 1,50m ; largeur = 0,75m et profondeur = environ 1m.
- Placer la face d'observation de la fosse face au soleil pour bénéficier d'un bon éclairage ; perpendiculaire au sens du travail du sol et aux rangs de culture, et parallèle à la pente sur les versants.
- Pour éviter de tasser le sol, mettre la terre sur un seul côté et ne piétiner que la face d'accès.
- Ne pas mélanger la terre arable (riche en matières organiques) et celle du sous-sol, pour ne pas trop perturber le sol en rebouchant la fosse.
- Bien matérialiser l'emplacement de la fosse sur la carte aérienne de la ferme préalablement imprimée.
- Pulvériser avec de l'eau la face à observer si la fosse est trop sèche, notamment si elle a été creusée la veille (possibilité de la bâcher).

En complémentarité de l'analyse de deux fosses pédologiques, **des prélèvements de terre à la tarière** permettent d'avoir une vision plus représentative et une analyse plus fine des sols qui composent la ferme, notamment pour celles dont la surface agricole est très étendue.

En fonction du temps disponible, des prélèvements à la tarière peuvent permettre de couvrir l'ensemble des unités de sol à priori différentes. Ils permettent d'apprécier la couleur, la porosité, la structure ou encore d'éventuelles traces d'hydromorphie.

PRÉPARER ET RASSEMBLER LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE À LA RÉALISATION DU DIAGNOSTIC SUR LA FERME

LES DOCUMENTS À IMPRIMER

Nature du document	Indicateur observé
Plusieurs exemplaires de cartes de la ferme	Les IAE
Planche de reconnaissances des plantes bio-indicatrices	Les plantes bio-indicatrices
Ouvrage de Gérard Ducerf	Les plantes bio-indicatrices
Planche de reconnaissance de la faune du sol	La faune du sol
Barème de notation	
Fiches terrain	

LE MATÉRIEL À RASSEMBLER

Type de matériel	Indicateur observé / Protocole concerné
Pots Barber	La faune du sol
Extracteur de Berlèse Tullgren	La faune du sol
Loupe	La faune du sol
Pelles	Fosse pédologique
Arrosoir, eau, vaporisateur	Fosse pédologique
Mètre	Fosse pédologique
Bâche	Fosse pédologique
Tarière	Le sol en profondeur
Acide chlorhydrique, eau de javelle et coupelle	Le pH du sol
Carton prédécoupé	La porosité du sol
Couteau rigide	La compacité du sol
4 piquets d'un mètre	Les plantes bio-indicatrices

Réaliser le diagnostic sur la ferme

J1 LE SOL • FICHE TERRAIN 1

CARTE D'IDENTITÉ DE LA FERME

À partir des données cartographiques collectées, de la première visite de la ferme, et des prélèvements à la tarière et de l'observation des fosses pédologiques, les premières fiches terrains peuvent être complétées.

À noter : si idéalement toutes ces fiches doivent être complétées, il est possible d'éluder certains protocoles en fonction du temps dont vous disposez.

NOM DE LA FERME

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Adresse

Statut juridique

Surface Agricole Utile

Production principale / Autres activités

Si élevage :

Catégorie d'animaux

Cheptel

Nombre d'Unité Gros Bétail (UGB) :

Type de bâtiments/équipements transformation :

Commercialisation

Certification

Foncier (en hectares)

En propriété

En fermage

Autres

Assolement

Nombre d'UTH

Matériel

HISTOIRE DE LA FERME

Connaître l'histoire de la ferme permet d'éviter les erreurs d'analyse et d'interprétation. Les éléments qu'elle nous renseigne sont donc importants à prendre en compte. Ainsi, il est utile d'interroger le fermier sur l'histoire de sa ferme pour lui poser diverses questions :

Depuis combien de temps le fermier est-il sur la ferme ?

Quelles ont été les principales évolutions depuis ?

De quand date la ferme (corps de ferme mais aussi parcelles agricoles) ?

À quand remontent les premières cultures sur la ferme, quelles cultures, quelles productions ?

Quelles sont les cultures/productions sur la ferme ? Depuis quand ?

Pourquoi ces cultures/productions ?

Avant, qu'est-ce qui était cultivé et qu'est-ce qui ne l'est plus ?

Présence d'anciennes haies et autres infrastructures agro-écologiques ? Où ?

Retournement de prairie ?

Nouvelles plantations d'arbres isolés, fruitiers, haies ?

LA FERME DANS SON TERRITOIRE

Climat (méditerranéen, montagnard, océanique, continental, etc.)

Paysage caractéristique

Précipitations annuelles (en mm)

Ensoleillement annuel (en heure)

T°C minimale / maximale

Altitude

Géologie

pH

J1 LE SOL • FICHE TERRAIN 2

CONDITIONS DE L'OBSERVATION DU SOL EN SURFACE ET EN PROFONDEUR

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Date

Température

Ensoleillement

Pluie

Vent

Humidité du sol

Date de la dernière pluie / gelée

	Fosse n°1	Fosse n°2 (le cas échéant)
Nom des parcelles		
Relief (plaine, plateau, coteau, etc.)		
Pente (en %)		
Altitude		
Géologie		

CARACTÉRISTIQUES DU TRAVAIL DU SOL SUR LA PARCELLE

Travail du sol sur la parcelle, depuis la culture précédente : date, type d'outil, profondeur

Fertilisation organique sur la parcelle : date, type (compost, fumier), quantité

Couverture végétale du sol à ce jour : prairie, culture annuelle, culture pérenne, à préciser

Culture précédente (n-1, n-2, n-3)

Rotation si culture

J1 **LE SOL • FICHE TERRAIN 3**

OBSERVATION DU SOL EN SURFACE

LA TEXTURE – LE TEST DU BOUDIN

La texture d'un sol est la proportion des particules de sable, de limon et d'argile dont il est constitué. Elle dépend fortement de la nature de la roche mère. La texture est fournie par le laboratoire qui a fait l'analyse physico-chimique du sol. Cependant, il est formateur de la déterminer sur le terrain pour mieux comprendre le fonctionnement du sol.
Le test du boudin, décrit ci-après, permet d'analyser cette texture. Si le sol n'est pas très humide, mouillez-le un peu avant de commencer à l'aide d'un vaporisateur.

1. Prélevez une poignée de terre et tentez de former une boule de 5 cm de diamètre environ. Si la boule se désagrège, le sol est sableux. On sent que le sol crisse quand on le fait rouler sous ses doigts. Plus ça crisse, plus le sol est sableux.
2. Tentez de former un boudin de 5 cm de long environ. Si le boudin se désagrège, le sol est sablo-limoneux.
3. Tentez d'agrandir le boudin à une longueur de 10 à 12 cm. Si le boudin se désagrège, le sol est limono-sableux.
4. Tentez de courber le boudin. Si le boudin se désagrège, le sol est limoneux. Un sol limoneux est doux au toucher lorsqu'il est sec.
5. Tentez de former un cercle. Si le cercle est fragmenté, le sol est composé de limons lourds. Si le cercle ne se désagrège pas ou est seulement fissuré, le sol est argileux.

	Horizon 1	Horizon 2	Horizon 3	Horizon 4
Texture Fosse 1				
Observations Fosse 1				
Texture Fosse 2				
Observations Fosse 2				

LE POTENTIEL HYDRIQUE (pH)

Le pH mesure le taux d'acidité dans le sol. La valeur du pH est fournie par le laboratoire qui a fait l'analyse physico-chimique du sol. Cependant, il est formateur de le déterminer sur le terrain pour mieux comprendre le fonctionnement du sol.

À l'aide d'une petite pelle, prélevez des échantillons dans chaque horizon. Déposer ensuite quelques gouttes de HCl (acide chlorhydrique dilué à 30 %: pour 10cl de solution, diluer 3cl d'eau de javel dans 7cl d'eau) sur chaque échantillon de terre à l'aide d'une pipette et observez la formation de bulles.

Réaction à l'HCl	Signification	Note
Pas de bulle	pas de calcaire ph < 7	0
Quelques bulles	peu de calcaire (0 à 10 %) 7 < ph > 8	2
1 à 2 couches de petites bulles	moyennement calcaire (10 à 50 %) 8 < ph > 8,3	4
Plusieurs couches de bulles ou grosses bulles	très calcaire (> 50 %) 8,3 < ph > 8,5	5

	Horizon 1	Horizon 2	Horizon 3	Horizon 4
pH Fosse 1				
pH Fosse 2				
Observations				

LA COMPACITÉ

Notez la résistance du couteau à la pénétration dans le sol, en essayant de l'enfoncer jusqu'à la garde. Cochez la case correspondante et notez les observations éventuelles (présence de cailloux par exemple).

Compacité	À cocher	Observations	Significations	Note
Le couteau s'enfonce tout seul (avec deux doigts).			Sol meuble, racines velues qui adhèrent mal au sol	5
Le couteau s'enfonce jusqu'à la garde, avec un léger effort.			Sol peu compact et peu portant mais bonne pénétration des racines	4
Le couteau s'enfonce jusqu'à la garde, avec un effort important.			Sol portant, bonne pénétration des racines	3
Le couteau s'enfonce de quelques centi-mètres, malgré un effort important.			Sol compact, mauvaise pénétration des racines, risque d'hydromorphie	2 si cailloux nombreux ou sol sec 1 sinon
Le couteau ne s'enfonce pas ou de quelques millimètres, malgré un effort important.			Sol très compact, l'eau et les racines ne pénètrent pas.	0

TRACES D'ÉROSION HYDRIQUE

L'érosion hydrique correspond à l'entrainement par ruissellement de la partie supérieure du sol riche en colloïdes (argiles et humus).

Si vous n'observez pas de griffe, rigole ou ravine, réalisez un test à l'arrosoir : déversez 1 litre d'eau de l'arrosoir avec la pomme et observez l'eau de ruissellement : est-elle trouble ou claire ? Cochez la case correspondante et notez les observations éventuelles.

Traces d'érosion	À cocher	Observations	Signification	Note
Absence de ruissellement ou eau claire uniquement			Très bien	5
Ruissellement d'eau trouble			Bien, à améliorer	4
Griffes : profondeur < 5 cm			Érosion faible à moyenne	3
Rigoles peu profondes : 5 cm < profondeur < 10 cm			Érosion moyenne	3
Rigoles profondes : 10 cm < profondeur < 30 cm			Érosion importante	1
Ravines : profondeur > 30 cm			Érosion grave	0

BATTANCE

C'est un phénomène conduisant à la formation d'une croûte superficielle compacte, par fractionnement des agrégats sous l'action des gouttes de pluie. Cette croûte freine la levée des semences et l'infiltration de l'eau dans le sol. Elle engendre un risque d'érosion.

Observez la présence d'une croûte de battance. Cochez la case correspondante et notez les observations éventuelles.

Épaisseur de la croûte	À cocher	Observations	Signification	Note
Absente			Non battant	5
Moins de 1 mm sur moins de 50 % de la surface			Peu battant	4 si limoneux ou limono-sableux 3 si domi-nance de sable ou d'argile
Moins de 1 mm sur plus de 50 % de la surface			Moyennement battant	2
Épaisse de 2 à 5 mm sur plus de 50 % de la surface			Battant	1
Épaisse de 5 à 10 mm sur plus de 50 % de la surface			Très battant	0

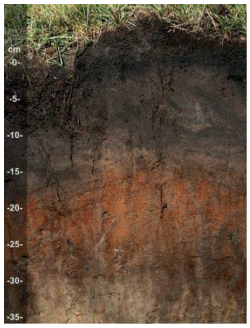
J1 LE SOL • FICHE TERRAIN 4

OBSERVATION DU SOL EN PROFONDEUR

LIMITES DES HORIZONS

Les horizons sont les couches horizontales observables sur la face de la fosse. Les limites diffuses sont favorables tandis que les limites nettes sont défavorables (semelles de labour par exemple) car elles freinent les échanges verticaux : mauvaise circulation de l'air et de l'eau, blocage des racines. On peut observer ces limites à travers la différence de couleur ou encore à travers la différence de structure.

Cochez la case correspondante, notez les observations éventuelles et humidifiez la paroi de la fosse au besoin.

Horizons	**Limites nettes**		**Limites diffuses**	
Illustrations				
	Fosse 1	Fosse 2	Fosse 1	Fosse 2
À cocher				
Observations				

ÉTAT D'HUMIDITÉ

En observant la paroi verticale de la fosse, on peut repérer l'état d'humidité du sol, et comprendre ainsi la façon dont l'eau circule dans le sol. Vous pouvez toucher le sol pour apprécier l'humidité (plus c'est froid et plus c'est humide).

Cochez la case correspondante et notez les observations éventuelles. Attention, cet indicateur dépend du contexte météorologique.

Eau dans le sol	À cocher		Observations	Signification	Note
	Fosse 1	Fosse 2			
Eau stagnante en profondeur				Présence d'une nappe d'eau possible	0
Humidité en profondeur uniquement				Sol hydromorphe	2
Humidité en haut, sec en bas				Mauvaise circulation de l'eau	3
Humidité sur tout le profil				Bonne circulation de l'eau	5

TRACES D'HYDROMORPHIE

L'hydromorphie caractérise l'excès d'eau permanent ou temporaire dans le sol. Les traces résultent de la dynamique du fer et du manganèse.

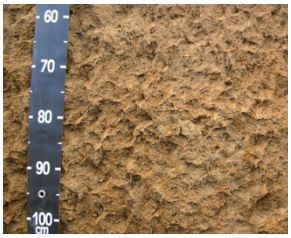
Prélevez des mottes pour chaque horizon. Sentez et observez la couleur des différents horizons et/ou la présence de taches. Attention, cet indicateur dépend du contexte géologique.

Description de l'hydromorphie	À cocher		Observations	Signification	Note
	Fosse 1	Fosse 2			
Absence de taches de rouilles ou grises ou de concrétions noires ferro-manganiques sur l'ensemble du profil				Très bon drainage naturel des sols	5
Environ 30 % de taches à une profondeur supérieure à 80 cm				Sol frais en profondeur. Peu ou pas de contraintes agronomiques	4
Moins de 10 % de taches, réparties sur toute la profondeur				Sol modérément hydromorphe. Ressuyage plus lent	3
Environ 30 % de taches sur 0-40 cm				Sol hydromorphe	2
Plus de 30 % de taches sur 0-40 cm				Sol très hydromorphe	1
Couleur grise ou gris-bleu-vert continue d'un horizon				Nappe d'eau permanente dans l'horizon, même en été (ex : nappe alluviale)	0

LA STRUCTURE

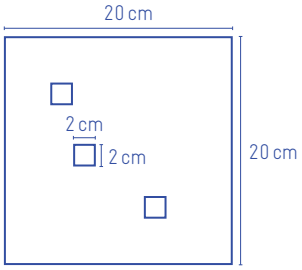
La structure est le mode d'agencement des composants du sol entre eux. On détermine le type de structure par une simple manipulation des mottes de terre.

À l'aide d'une bèche, prélever une motte de terre et observer la façon dont elle se défait. Ensuite, il faut observer la taille des agrégats, leur aspect (poreux, lisse), et évaluer la force avec laquelle il faut les écraser pour faire apparaître de plus petits éléments structuraux. Prenez garde de ne pas trop écraser la terre entre vos doigts, cela risquerait de détruire la structure.

Structure	Illustrations (le cas échéant)	À cocher		Observations	Significations	Note
		Fosse 1	Fosse 2			
Particulaire (sable)					Manque de cohésion entre les particules, dégradation rapide de la MO	2
Grumeleuse					Bonne circulation de l'eau et de l'air, bonne activité biologique	5
Polyédrique sub-anguleuse					Bonne circulation de l'eau et de l'air, bonne activité biologique. Fissuration des argiles.	4
Anguleuse					Fissuration d'argile et de limon	3
Lamellaire					Risque de battance et d'hydromorphie	2
Massive ou continue					Sol compact, imperméable à l'eau. Mauvaise activité biologique.	0

LA POROSITÉ

La porosité représente les vides du sol, formés par les racines, les vers, les insectes et les autres animaux.



Prélevez un échantillon de terre d'environ 20x20x20 cm à l'aide d'une bêche. Sur cet échantillon, choisissez de façon aléatoire trois points d'observation d'une surface de 4 cm² environ (cf. schéma ci-dessus). Comptez le nombre de galeries toutes tailles confondues sur chacun des emplacements et remplissez le tableau ci-dessous. Aidez-vous d'une loupe pour observer les galeries inférieures à 1mm.

	Échantillon 1		Échantillon 2		Échantillon 3		Moyenne		Intensité de la porosité	Note
Nombre de galeries sur 4 cm²	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2		
› 15									élevée	5
Entre 3 et 15									moyenne	3
‹ 3									faible	0

L'ACTIVITÉ DES VERS DE TERRE

L'activité des vers de terre peut être mesurée par le nombre de macropores (> 3mm).

Sur l'échantillon de terre précédent de 20x20x20 cm, comptez le nombre de galeries supérieures à 3 mm. Renouvelez le comptage sur deux autres échantillons de 20x20x20 cm, prélevés près de la fosse. Remplissez le tableau ci-dessous et notez les observations éventuelles.

Densité des galeries (> 3mm)	Échantillon 1		Échantillon 2		Échantillon 3		Moyenne		Observations	Activités des vers de terre	Note
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2			
› 30 galeries										Excellente	5
Entre 30 et 10 galeries										Très bonne	4
Entre 10 et 5 galeries										Bonne à moyenne	3
Entre 5 et 1 galerie(s)										Faible	2
Pas de galerie										Très faible voire inexistante	0

Puisqu'il est parfois difficile de distinguer les galeries et d'en compter le nombre exact, un autre protocole est proposé en annexe 3. Il s'agit des placettes vers de terre, un protocole développé par l'Observatoire Agricole de la Biodiversité. Facile à mettre en oeuvre, sa seule limite est qu'il ne peut être mis en place au-delà du 15 avril.

LES RACINES

La densité des racines

La densité des racines renseigne sur l'homogénéité des horizons et sur l'activité biologique.

Tracez une ligne horizontale de 50 cm au couteau sur la paroi verticale de la fosse. Comptez le nombre de racines que vous rencontrez. Faites l'opération autant de fois qu'il y a d'horizon car la profondeur d'enracinement est différent selon les espèces végétales. Indiquez la densité d'enracinement pour chaque horizon. Attention, cet indicateur dépend de la couverture végétale du sol.

Abondance tous les 50 cm	Horizon 1		Horizon 2		Horizon 3		Observations	Significations	Note
	Fosse 1	Fosse 2	Fosse 1	Fosse 2	Fosse 1	Fosse 2			
0								Pas de racine	0
1 à 4								Très peu nombreuses	1
4 à 8								Peu nombreuses	3
8 à 16								Nombreuses	4
› 16								Très nombreuses	5

La forme des racines

La forme des racines renseigne sur la structure du sol. Indiquez la forme des racines observées sur la paroi de la fosse.

racine coudée
arrêtée par une semelle de labour

racine en fil de fer
prise dans une motte compacte

racine en arête de poisson :
à la surface des structures compactes

racine velue :
se forme dans les creux

	Horizon 1		Horizon 2		Horizon 3	
	Fosse 1	Fosse 2	Fosse 1	Fosse 2	Fosse 1	Fosse 2
Formes des racines (coudée, en fil de fer, en arrête de poisson, velue/chevelue)						
Observations						

J1 LE SOL • FICHE TERRAIN 5

RÉSULTATS DE L'ANALYSE EN LABORATOIRE

Par simple lecture de votre analyse de terre reçue du laboratoire, renseignez les indicateurs ci-dessous :

TAUX DE MATIÈRES ORGANIQUES (MO)

Le taux de MO est calculé à partir du carbone organique total dans un échantillon de terre fine. Par convention, le taux de Ms = carbone organique x 1,72.
Rappel : 1 g/kg = 0,1 %

Taux de MO	À cocher	Signification	Note
› à 4 %		Elevé en MO	5
Entre 3 et 4 %		Bien pourvu en MO	4
Entre 2 et 3 %		Si ‹ 22 % argile = bien	4
		Si 22 % ‹ argile ‹ 30 % = moyen	3
		Si argile › 30 % = pauvre	2
Entre 1,4 et 2 %		Pauvre en MO	1
‹ à 1,4 %		Très pauvre en MO	0

LE RAPPORT CARBONE / AZOTE (C/N)

Le rapport C/N donne une idée de la décomposition des MO et renseigne sur l'activité biologique.

Rapport C/N	À cocher	Signification	Note
‹ 8		Faible activité biologique	2
De 8 à 12		Bonne activité biologique	5
De 12 à 15		Diminution de l'activité biologique, début de « faim d'azote »	3
› 15		Faible activité biologique, humification, tourbières	0

LA CAPACITÉ D'ÉCHANGE CATIONIQUE (CEC)

La CEC permet de mesurer la capacité du sol à stocker les minéraux. Elle évolue en fonction du pH. Elle s'exprime en centimoles de charges positives par kilogramme de terre fine et sèche (cmol+/kg sol sec) ou en milliéquivalents pour 100g (méq/100g).

Rappel : 1 méq/100 g = 0,1 méq/kg

CEC (meq/100g)	À cocher	Signification	Note
› à 25		CEC très élevée	5
Entre 15 et 25		CEC élevée	4
Entre 9 et 15		CEC moyenne	3
‹ à 9		CEC faible	0

LE TAUX DE SATURATION

Le taux de saturation renseigne sur le taux de minéraux fixés ou libres dans le sol. Il s'exprime en pourcentage et permet de visualiser l'acidité du sol. Il est complémentaire à la CEC.

Taux de saturation	À cocher	Signification	Note
› 80 %		Sol basique	3
De 50 à 80 %		Situation idéale	5
De 10 à 50 %		Sol acide	2
‹ à 10 %		Sol très acide	0

LA TENEUR EN OLIGO-ÉLÉMENTS

Les oligo-éléments sont des minéraux indispensables à la vie de la plante, absorbés en petites quantités. Les plus courants sont : le zinc (Zn), le manganèse (Mn), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le bore (B).

Oligo-éléments	Quantité (en ppm)
Zinc (Zn)	
Manganèse (Mn)	
Cuivre (Cu)	
Fer (Fe)	
Bore (B)	

J2 LA BIODIVERSITÉ

Les plantes et leur milieu sont en forte interaction. L'apparition ou la disparition spontanée de certaines espèces dans les cultures est un révélateur de l'état du sol. Les mauvaises herbes sont en réalité des indicatrices de l'évolution du sol. Elles permettent de comprendre d'éventuels dysfonctionnements du sol et d'envisager des mesures correctives pour y remédier.

Sur un continent, le sol dispose d'une richesse incroyable de semences, en nombre et en diversité. Ces semences sont pour la plupart en dormance. La dormance d'une graine lève en fonction de conditions environnementales particulières et de son patrimoine génétique. Des scientifiques ont étudié les facteurs qui engendraient la levée des graines. Ainsi, à certain(s) facteur(s) est associée une espèce de plante. Inversement, on peut déduire les caractéristiques du sol à la présence d'une espèce. Pour être considérée comme indicatrice, une plante doit être présente en nombre suffisant (5 à 10 pieds au m²) et être dominante par rapport aux autres.

Par exemple, le blocage du phosphore dans un sol (non assimilable par les plantes) va lever la dormance de la graine de chardon commun. Cette plante a la particularité de former des racines profondes pour aller chercher le phosphore contenu dans la roche et va enrichir le sol en phosphore assimilable par les plantes. De plus, ses racines vont décompacter le sol tassé. Le chardon signifie un mauvais état du sol, avec blocage du phosphore et des tassements, mais en colonisant le sol il va rééquilibrer ce dernier. Une fois que le sol aura retrouvé une certaine porosité et une certaine quantité de phosphore assimilable par les plantes, la population de chardon commun va décliner pour laisser place à une nouvelle population de plantes, indiquant un meilleur état du sol.

Encore un exemple : sur sols caillouteux, on peut voir apparaître des plantes grasses qui vont sécréter des acides pour s'incruster dans la roche et la décomposer. Sur sol hydromorphe (saturé en eau avec excès de fer et d'aluminium solubles toxiques pour les pantes, les animaux et les humains), le rumex à feuilles obtuses va s'installer car il possède des racines puissantes qui vont rétablir la circulation de l'eau et mettre sous forme insoluble le fer et l'aluminium.

Matériel nécessaire : quatre piquets d'un mètre ; ouvrage de Gérard Ducerf : *L'encyclopédie des plantes bio-indicatrices alimentaires et médicinales. Guide de diagnostic des sols,* 2010

Temps estimé : une heure de terrain et une heure de calcul et d'interprétation des résultats

Cette méthode prend en considération un nombre limité d'espèces de plantes. Or, pour effectuer un diagnostic plus précis et plus fidèle, il est nécessaire de relever les espèces sur une surface d'1 m² en visant l'exhaustivité. Car ce sont plusieurs espèces indiquant la même caractéristique du sol qui ont un sens. Retenons qu'un sol équilibré et en bonne santé contient une grande diversité d'espèces présentes en quantité raisonnable, qu'elles indiquent un bon ou un mauvais état du sol. Si vous avez les compétences nécessaires, vous pouvez réaliser un diagnostic complet en relevant la totalité des espèces figurant dans vos carrés.

LES PLANTES BIO-INDICATRICES

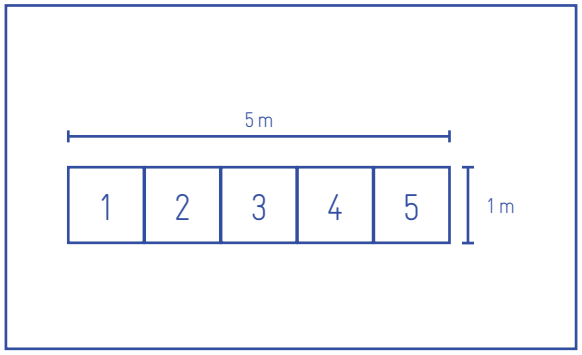
LES PLANTES SÉLECTIONNÉES

Trente plantes ont été sélectionnées pour mettre en œuvre cette méthode dont :

- dix plantes signalant un sol équilibré.
  Annexe 2 - tableau 1.
- dix plantes signalant des déséquilibres réversibles du sol : l'état du sol est moyen et peut être amélioré par une modification des pratiques agricoles.
  Annexe 2 - tableau 2.
- dix plantes signalant un danger ou un état alarmant du sol : le sol présente des déséquilibres importants qui peuvent être irréversibles.
  Annexe 2 - tableau 3.

SÉLECTION DES EMPLACEMENTS

Sur une prairie, sélectionnez un lot de cinq carrés de 1m² chacun, placés en un lieu homogène de la parcelle (schéma). Le diagnostic doit être réalisé lorsque la prairie est bien développée et non fauchée. Au fil des années, le protocole sera répété sur la même parcelle, en essayant de repositionner les carrés au même endroit. Sur une parcelle de maraîchage ou culture ou vigne ou arboriculture, sélectionnez cinq carrés de 1m² chacun en des lieux homogènes de la parcelle.



IDENTIFICATION DES ESPÈCES PRÉSENTES

Pour chaque carré, identifiez si les espèces répertoriées dans le tableau ci-dessous sont présentes ou non. Aidez-vous de l'ouvrage de Gérard Ducerf et de l'Annexe 2 qui présentent ces plantes et leur signification signalant un sol équilibré, des déséquilibres réversibles du sol ou encore signalant un danger ou un état alarmant du sol.

Plantes bio-indicatrices	Carré 1	Carré 2	Carré 3	Carré 4	Carré 5	Moyenne
Polygala vulgaris (Polygale commun)						
Rumex acetosa (Grande oseille)						
Stellaria media (Mouron blanc)						
Tragopodon pratensis (Salsifis des prés)						
Geranium colombinum (Géranium colombin)						
Linum bienne (Lin à feuilles étroites)						
Lotus corniculatus (Lotier corniculé)						
Medicago arabica (Luzerne maculée)						
Phyteuma orbiculare (Raiponce orbiculaire)						
Plantago lanceolata (Plantain lancéolé)						
Artemisia vulgaris (Armoise commune)						
Bellis perennis (Pâquerette)						
Cichorium intybus (Chicorée sauvage)						
Daucus carota (Carotte sauvage)						
Leucanthemum vulgare (Grande marguerite)						
Primula officinalis (Primevère officinale)						
Taraxacum officinale (Pissenlit)						
Trifolium repens (Trèfle blanc)						
Urtica dioica (Ortie dioïque)						
Vicia sativa (Vesce commune)						
Ambrosia artemisiifolia (Ambroisie)						
Cirsium arvense et eriophorum (chardon commun et chardon très épineux)						
Convolvulus arvensis (Liseron des champs)						
Elytrigia toutes espèces (Chiendent)						
Galium aparine (Gaillet gratteron)						
Plantago major (Grand plantain)						
Portulaca oleracea (Pourpier potager)						
Ranunculus repens et sarde (Renoncule rampante et renoncule sarde)						
Rumex obtusifolius (Rumex à feuilles obtuses)						
Spergula arvensis (Spergule des champs)						

ÉVALUATION DE LA DENSITÉ DE CHAQUE ESPÈCE

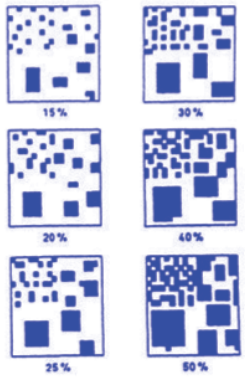
Pour chaque espèce présente et pour chaque carré, attribuez un cœfficient de recouvrement dans le tableau précédent. Les cœfficients correspondent à la proportion de la surface recouverte par l'ombre de l'espèce considérée.

Les cœfficients de recouvrements sont les suivants :

- L'espèce recouvre 100 % de la surface du sol = cœfficient 5
- L'espèce recouvre 75 % de la surface du sol = cœfficient 4
- L'espèce recouvre 50 % de la surface du sol = cœfficient 3
- L'espèce recouvre 25 % de la surface du sol = cœfficient 2
- L'espèce recouvre moins de 25 % de la surface du sol mais nombreux pieds = coefficient 1

Pour chaque espèce, calculez la moyenne des coefficients obtenus dans chaque carré.

Vous pouvez vous aider du schéma ci-dessous pour estimer le pourcentage de recouvrement. Attention lors de l'attribution de ces cœfficients : une espèce jugée indésirable (mauvaise herbe) est généralement surévaluée alors qu'une bonne espèce est sous évaluée. On attribuerait, par exemple, un cœfficient de 3 au Rumex Obtus (5 pieds au m²) alors qu'il faut lui attribuer 1. On attribuerait un cœfficient 2 au Trèfle blanc (100 pieds au m²) alors qu'il faut lui attribuer 3.



INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Interprétez les résultats d'après les tableaux qui répertorient les caractéristiques de chaque espèce (annexe 1) : additionnez les moyennes obtenues par caractéristique. Ce sont les caractéristiques aux notes les plus élevées qui sont les plus significatives de l'état du sol. Si les cœfficients de recouvrement n'excèdent pas 2 dans une parcelle à espèces diversifiées, alors aucune plante n'est vraiment dominante par rapport aux autres et la parcelle est plutôt équilibrée, même si certaines espèces indiquent un mauvais état du sol.

L'interprétation doit se faire en fonction des résultats obtenus mais aussi en fonction des éléments du contexte (géologie, relief, occupation du sol, texture du sol...). Vous pouvez aussi vous aider de l'analyse du sol (fosse ou test bêche) qui permet de comprendre le fonctionnement du sol.

RECENSER LES INFRASTRUCTURES AGRO-ÉCOLOGIQUES (IAE)

DÉFINITION

Les IAE se caractérisent comme étant *des milieux semi-naturels qui ne reçoivent ni engrais, ni pesticides. Elles font pleinement partie de l'espace agricole et sont gérées de manière extensive, le plus souvent par les agriculteurs*[8]. Il s'agit principalement des haies, des murets, des cours d'eau, des arbres épars, des bosquets, des lisières et des prairies permanentes (non retournées depuis au moins cinq ans).

MÉTHODOLOGIE

- Description des haies : à partir d'une carte aérienne préalablement imprimée, réalisez un tour de la ferme pour caractériser les haies (haie basse, haie arbustive, haie arborescente), leur longueur (en mètres linéaires) et éventuellement leur composition spécifique. Le résultat est reporté sur une carte.
  La même méthodologie est utilisée pour les lisières de bosquet et les ripisylves (végétation bordant les milieux aquatiques).
- Description des arbres épars : à partir d'une carte satellite, identifiez les arbres épars, leur espèces et leur diamètre à 1,5m de hauteur.
- Description des mares : à partir d'une carte satellite, faites un tour de la ferme pour caractériser les mares (taille, description des abords)
- Description des murets : définis en mètres linéaires, les murets n'apparaissent généralement pas sur une carte satellite. Seul un tour de la ferme permet de les identifier.

8 Solagro, Manuel d'utilisation de DIALECTE, 2011

RECENSEMENT DES IAE

À partir des données cartographiques collectées, il est important de réaliser une carte synthétique, situant la ferme dans son territoire et son environnement. Pour cela, imprimez la carte de la vue aérienne de la ferme. Ce sera le fond de carte sur lequel vous pourrez ajouter :

- les bâtiments agricoles
- les parcelles agricoles
- le réseau hydrographique
- les routes et chemins
- la présence d'urbanisation (ville ou hameau)
- les forêts
- les haies avec le nom des espèces
- les arbres isolés remarquables avec le nom des espèces
- les autres infrastructures écologiques (muret, mare, friche...)

Si vous en avez les moyens, vous pouvez directement matérialiser ces éléments sur la vue aérienne à **l'aide d'un logiciel informatique** (Système d'Information Géographique tel que QGIS par exemple).

Une carte doit toujours comporter un titre, une légende, une échelle et le nord. Il est important de considérer le territoire de la ferme au-delà du parcellaire, c'est-à-dire de noter la présence de forêts, d'urbanisation, etc. autour de la ferme, car ces éléments influent sur le fonctionnement de l'écosystème de la ferme (agro-système). Pour le recensement des IAE, vous pouvez également repartir de l'état des lieux réalisé à l'entrée du fermier sur la ferme.

OBSERVATION DE LA FAUNE DU SOL

Collectez les pots Barber et l'appareil de Berlèse, puis installez-vous sur une table.

FAUNE ÉPIGÉE (POTS BARBER)

Pour rappel, la faune épigée est la faune du sol qui vit à la surface.

Matériel pour le relevé des individus: un saladier, une passoire, une pince à épiler, du papier absorbant

Temps estimé: 30 minutes à 1heure

Idéalement, une semaine après la mise en place du piège Barber, versez le contenu des pots dans une passoire, un par un, puis rincez le tout. Il est préférable d'identifier et de compter la faune pot par pot. À l'aide des planches d'identification de la faune ci-après, annotez le nombre d'individus observés par catégorie:

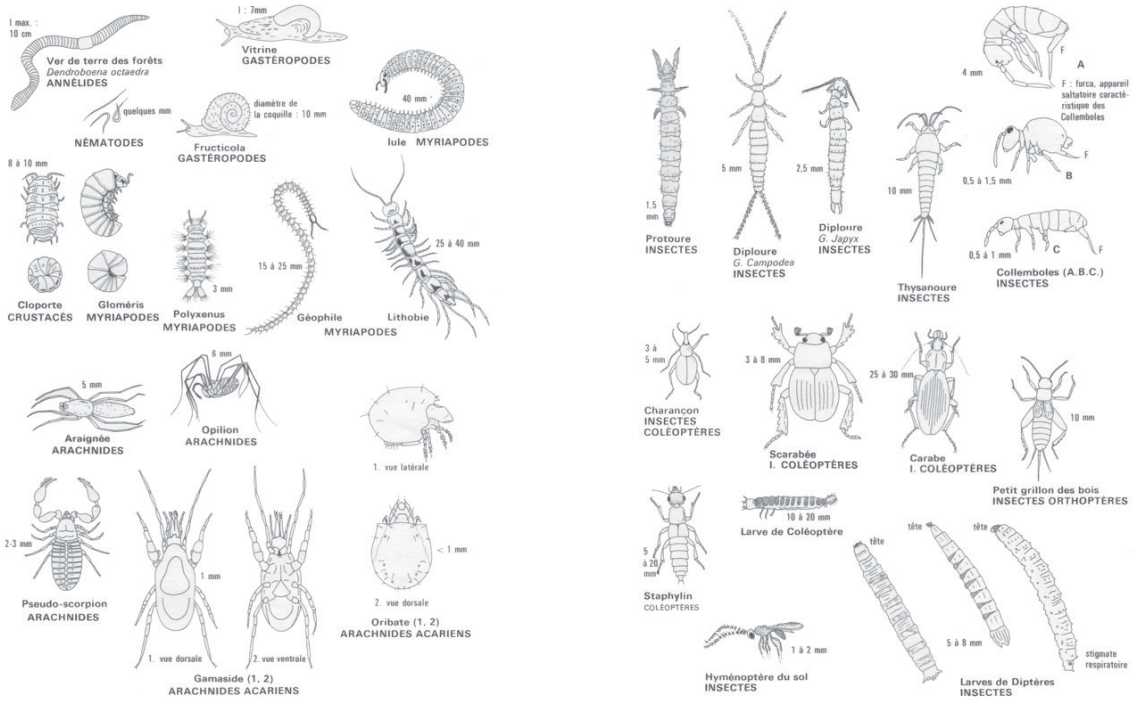


Planche de reconnaissance de la faune épigée

Catégories d'invertébrés	Nombres d'individus
Carabes	
Araignées	
Mollusques (limaces)	
Collemboles	
Acariens	
Cloportes	
Fourmis	
Myriapodes	
Protoures et diploures	
Autres	

FAUNE ENDOGÉE (EXTRACTEUR DE BERLÈSE-TULLGREN)

Pour rappel, la faune endogée est la faune qui vit dans le sol, aux alentours de vingt centimètres de profondeur. Elle est de petite taille, blanchâtre et fuit la lumière.

Matériel pour le relevé des individus: un plat, un passoire, une loupe, une pince à épiler, du papier absorbant

Temps nécessaire: 30 minutes

Les individus s'observent vingt quatre heures après la mise en place des échantillons dans l'extracteur. Videz le contenu de la bouteille dans une passoire tapissée de papier absorbant. À l'aide des planches d'identification de la faune ci-dessus, annotez le nombre d'individus:

Catégories d'invertébrés	Nombres d'individus
Acariens	
Collemboles	
Myriapodes	
Nématodes et petits vers	
Protoures et diploures	
Autres	

FICHE BILAN

RÉSULTATS DES INDICATEURS

Une fois les huit premières fiches complétées, vous pouvez synthétiser les résultats dans le tableau ci-dessous, pour faciliter la restitution des résultats lors de la troisième journée et pour la rédaction à venir du rapport du diagnostic.

Finalité	Indicateur		Note	Couleur	Interprétation
Protection des sols contre l'érosion	Croûte de battance				
	Traces d'érosion				
Préservation de la structure du sol	Compacité				
	État d'humidité				
	Traces d'hydromorphie				
	Structure	H1			
		H2			
		H3			
	Porosité	H1			
Maintien et augmentation de la biodiversité du sol	Nombre de galeries de vers de terre				
	Densité racinaire	H1			
		H2			
		H3			
Maintien et augmentation du taux de MO	Taux de MOs				
	C/N				
Rétention du sol en éléments minéraux	CEC				
	Taux de saturation				

J3 OUVERTURE AU GRAND PUBLIC

Cette journée, animée par la personne « experte » en charge de la réalisation du diagnostic se veut ouverte au plus grand nombre. Elle est l'occasion de :

- réaliser une lecture du paysage de la ferme,
- restituer les principaux résultats (issus des deux premiers jours d'analyse sur la ferme) à un public pas forcément initié à la science du sol.

LECTURE DU PAYSAGE

Cette étape est très importante du point de vue de la caractérisation de la ferme dans son territoire mais aussi d'un point de vue pédagogique. Elle permet de bien comprendre le lien entre la géologie, l'histoire de la ferme et le paysage qui en résulte. Le ou les encadrants, qui ont œuvré à la collecte des données, animent la lecture de paysage.

Pour la lecture de paysage, il est nécessaire de repérer les différents plans qui constituent le paysage (premier, second plan, arrière plan, etc.), de repérer les grandes masses, les couleurs, les éléments topographiques comme les routes, les bâtiments, les cours d'eau, les forêts, les parcelles agricoles, les types de cultures, et enfin les infrastructures agro-écologiques.

Vous pourrez aussi, en fonction de vos compétences, relever les espèces végétales présentes et dominantes (arbres et grands arbustes) pour relier le type de végétation avec le type de sol. Par exemple, si sur une ferme des espèces comme le frêne, l'aulne, le châtaignier dominent, cela signifie que le sol est plutôt profond, frais, sableux et acide.

Pour la rédaction du rapport, il est important de penser à prendre des photographies lors de cette lecture du paysage.

RESTITUTION DES PRINCIPAUX RÉSULTATS

L'objectif de cette journée est de revenir sur les fosses pédologiques analysées lors de la première journée, en reprenant les principaux résultats observés. Les fosses constituent alors des supports pédagogiques permettant d'aborder les fondamentaux du sol : fraction minérale/fraction organique, texture, structure, humus, minéralisation et nutrition des plantes, biologie du sol, effets des pratiques agricoles sur le sol, etc.

Il s'agit ici :

- de partager et de rendre accessible les grandes tendances observées lors des deux premières journées ;
- permettre à des citoyens non experts de tester des protocoles qui visent à évaluer l'état d'un sol ;
- échanger sur l'état des sols de la ferme, en lien avec les clauses environnementales sélectionnées pour le bail qui lie le fermier et Terre de Liens.

Rédiger le rapport d'analyse du diagnostic

REPRISE DES RÉSULTATS

Après l'analyse de terrain sur la ferme, il faut à présent reprendre les fiches terrain, qui vont permettre de rédiger le rapport final. Plus tôt seront repris les résultats, meilleur sera le diagnostic : faites-le à chaud, jusqu'à dix jours après votre retour de la ferme ! Les remarques et les annotations sont très importantes à signaler car elles permettent d'éviter des erreurs d'interprétation.

RÉDACTION DU RAPPORT

C'est la dernière étape : elle consiste à rédiger un rapport qui présente la totalité des résultats, des caractéristiques du territoire de la ferme à la visualisation de l'état du sol de la ferme en passant par ce qu'indiquent les plantes bio-indicatrices, les couleurs pour les indicateurs de type 1 et l'interprétation des résultats.

Pour cela, une suggestion de plan du rapport vous est proposée ci-dessous, tiré du diagnostic réalisé sur la ferme des Eygageyres :

PAGE DE GARDE : NOM DE LA FERME, DATE DE RÉALISATION ET AUTEUR DU DIAGNOSTIC

PARTIE 1 : PRÉSENTATION ET SITUATION DE LA FERME DANS SON TERRITOIRE

Informations générales

Présentation cartographique

Géographie
- *Carte 1 : présentation géographique de la ferme*
- *Carte 2 : relief du département de la ferme*

Climat
- *Carte 3 : diagramme climatique de la commune de la ferme*

Environnement naturel
- *Carte 4 : présentation du parcellaire de la ferme*
- *Carte 5 : présentation des sites naturels autour de la ferme*
- *Carte 6 : profil altimétrique de la ferme*

Géologie
- *Carte 7 : formations géologiques du secteur de la ferme*

Histoire de la ferme
- *Carte 8 : vues aériennes de la ferme*

PARTIE 2 : DIAGNOSTIC PAYSAGER ET DIAGNOSTIC DE SOL DE LA FERME

Diagnostic paysager
- *Photos : lecture de paysage ; parcelles représentatives*

Description des IAE
- *Illustration : présentation des IAE présentes sur la ferme*
- *Photos : IAE de la ferme*

Analyse du sol
- *Illustration : emplacement des relevés floristiques et des profils de sols réalisés*

Les plantes bio-indicatrices

Résultats et analyses des diagnostics de sol

Bilan du diagnostic
- *Tableau : bilan du diagnostic selon les 5 finalités étudiées*

- *Annexe 1 : résultats d'analyse laboratoire des prélèvements de terre*
- *Annexe 2 : résultats des analyses floristiques effectués sur la ferme*
- *Annexe 3 : résultats des diagnostics de sol effectués sur la ferme*

ORGANISER UN DIAGNOSTIC SUR SON TERRITOIRE

Livret 3

Si la réalisation d'un diagnostic Humus ne constitue pas une fin en soi, c'est cependant une entrée possible et concrète pour aborder les questions suivantes à l'échelle d'un territoire, au regard du projet politique de Terre de Liens :

- Comment sensibiliser les citoyens aux enjeux environnementaux de préservation de notre patrimoine agricole et naturel ?
- Comment sélectionner et adapter les clauses environnementales du Bail Rural Environnemental en fonction de la situation agro-environnementale d'une ferme ? Comment assurer un suivi de ces clauses environnementales ?
- Comment analyser l'environnement de la ferme ? Comment préserver le patrimoine agroécologique d'une ferme sur le long terme ? Comment augmenter la biodiversité présente sur la ferme ?
- Comment initier le dialogue et favoriser l'interconnaissance avec des associations environnementalistes ou des élus et techniciens de collectivités territoriales ?

COÛTS DE RÉALISATION ET PISTES DE FINANCEMENTS

Pour la mise en œuvre d'un diagnostic Humus, trois dépenses sont à prévoir :

- La prestation de la personne en charge de sa réalisation, soit six jours de travail : analyse sur la ferme (3 jours), collecte de données en amont et rédaction du rapport qui présente les résultats du diagnostic ;
- L'analyse en laboratoire ;
- L'animation de la dynamique par l'Association Territoriale (coordination, communication, organisation, etc.), soit environ deux jours par diagnostic.

À titre indicatif, la réalisation d'un diagnostic comprend le budget prévisionnel suivant, frais de déplacements inclus :

Actions		**Prix unitaire**	**Quantité**	**Montant facturé**
Prestation pour la réalisation du diagnostic	Analyse du sol et de la biodiversité sur la ferme	480€*	3 jours	1440€
	Rédaction du rapport	480€*	2 jours	960€
	Collecte des données	480€*	1 jour	480€
Échantillonnage et analyse en laboratoire		90€	2	180€
Coordination du diagnostic (expert, bénévoles, fermiers, citoyens, partenaires environnementalistes)		350€	2 jours	700€
Soit un total de :				**3760€**

* coût jour indicatif d'un expert sur les sols

À ce jour, au sein de Terre de Liens, plusieurs financeurs ont été mobilisés pour déployer un diagnostic Humus ou une démarche de suivi environnemental. Voici une liste, non exhaustive, d'acteurs mobilisables pour financer ce type d'actions :

Des acteurs institutionnels, publics ou parapublics

- Le ministère de la Transition écologique et solidaire, dans le cadre d'appels à projets.
- Les acteurs de l'eau (agences de l'eau, syndicat intercommunal).

Des acteurs privés

- Les fondations (la Fondation de France, l'Occitane, Nature et Découvertes, etc.).
- L'Association nationale de Terre de Liens, qui a financé une dizaine de diagnostics Humus depuis 2015.

Les différents dossiers de financements déposés par des associations territoriales concernant le diagnostic Humus sont disponibles sur demande : humus@terredeliens.org

EXEMPLES DE DYNAMIQUES DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL À L'ŒUVRE AU SEIN DU RÉSEAU ASSOCIATIF

En fonction du territoire, de la présence de zones à enjeux autour des fermes ciblées mais également des acteurs de l'environnement en présence, des démarches plus globales de suivi environnemental peuvent être imaginées sur le long terme, où d'autres diagnostics peuvent être mobilisés, en complémentarité avec le diagnostic Humus. Notamment :

- **DIALECTE** : il s'agit d'un diagnostic agro-environnemental mise au point par SOLAGRO, qui permet d'approcher l'environnement et la durabilité agro-globale. Il repose sur l'analyse quantitative de 40 indicateurs, complété par une analyse de l'auditeur et propose une représentation en étoile des résultats : présence d'infrastructures agro-écologiques, usage de l'azote et du phosphore, diversité des productions animales et végétales, consommation d'énergie et de produits phytosanitaires, gestion de l'eau y sont notés. 42 fermes Terre de Liens disposent de ce diagnostic[9], où ces données peuvent être comparées à la base nationale DIALECTE, qui comprend 2200 fermes analysées[10].

- L**es protocoles développés de l'Observatoire Agricole de la Biodiversité (OAB)**, piloté par le Ministère de l'Agriculture : pour répondre à un manque d'indicateurs de suivi de l'état de la biodiversité lié aux pratiques agricoles, quatre protocoles ont été développés par des scientifiques, en lien avec des agriculteurs volontaires : transects papillons, nichoirs à abeilles solitaires, placettes vers de terre et planches à invertébrés terrestres. Ces protocoles ont vocation à être observés et complétés au fil de l'année où une visite mensuelle, selon les protocoles, permet d'assurer un suivi de l'indicateur en question[11].

9 Lire à ce sujet l'étude du Commissariat général au développement durable : *Transition écologique agricole, l'exemple de Terre de Liens*, juin 2017.
10 http://dialecte.solagro.org
11 Pour aller plus loin, voir le Guide de terrain à l'attention des animateurs et observateurs édité par l'OAB, 2013.

Nous faisons ci-après un focus sur deux projets en cours au sein de Terre de Liens, afin de comprendre et mettre en évidence les perspectives que la réalisation d'un diagnostic Humus peuvent engendrer.

SUIVI ENVIRONNEMENTAL ET DIALOGUE TERRITORIAL : LA DYNAMIQUE ENCLENCHÉE PAR TERRE DE LIENS AUVERGNE

La mise en œuvre du diagnostic agro-environnemental Humus sur la ferme des Eygageyres, acquise par la Foncière Terre de Liens en 2016, est l'occasion de relancer un dialogue déjà bien engagé entre Terre de Liens Auvergne et les partenaires du territoire. Cette mise en œuvre résulte de deux facteurs : le constat de la pauvreté agronomique des sols de la ferme couplé à la nécessité pour la Foncière de disposer d'un état des lieux des terres.
Du fait de sa dimension participative, la réalisation du diagnostic sur la ferme en mai 2016 fournit une occasion de rencontre et de suivi pour les différents acteurs mobilisés autour de l'acquisition : le groupe local 43 de Terre de Liens et les associations locales (SOS Loire Vivante, Réseau Écologie Nature 43, le CPIE du Velay ou encore la LPO). Pour les participants, le diagnostic revêt une double fonction : s'informer / se former sur la question des sols et entretenir l'enthousiasme suscité par la réussite du projet d'acquisition. Ce n'est donc pas l'étape initiale de la mise en dialogue sur le territoire, mais finalement un prétexte pour raviver cette dynamique qui avait déjà été amorcée.

Pour faire face à la contrainte principale qui est celle du temps d'animation du diagnostic, et donc de son financement, l'Association Territoriale dépose un dossier auprès de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne. C'est également un moyen d'utiliser les résultats obtenus suite au diagnostic et d'aller plus loin, pour ne pas réduire le diagnostic Humus à une opération de communication sur la ferme. Aujourd'hui, dans le cadre du *Contrat territorial du haut bassin de la Loire,* Terre de Liens Auvergne est financée pour de l'animation agri-environnementale partagée sur ce territoire, autour de quatre axes de travail :
- le suivi de la situation agro-environnemental de la ferme des Eygageyres, soit un approfondissement du premier diagnostic Humus réalisé ;
- le déploiement d'Humus sur d'autres fermes à enjeux du territoires ;
- la capitalisation des données obtenues en vue d'émettre des préconisations en termes de pratiques agro-environnementales, en lien avec l'utilisation du BRE à Terre de Liens ;
- la sensibilisation d'acteurs et du grand public aux enjeux d'une gestion concertée de la terre pour préserver la ressource en eau.

Le diagnostic Humus peut ainsi constituer l'étape initiale d'une démarche plus large sur la préservation des ressources naturelles, sur les pratiques agronomiques et sur les leviers mobilisables pour impliquer le plus grand nombre d'acteurs autour de la gestion de la terre comme un bien commun.

SUIVI ENVIRONNEMENTAL À TERRE DE LIENS POITOU-CHARENTES : SENSIBILISER, FORMER ET ASSURER UN SUIVI DES CLAUSES ENVIRONNEMENTALES

En 2016, Terre de Liens Poitou-Charentes se porte volontaire pour réaliser l'un des premiers diagnostics Humus à Punault. Sur cette ferme récemment acquise par le mouvement, c'est l'opportunité de réaliser un état des lieux complet de la ferme : tant pour le fermier, Benoit Jaunet, pour une meilleure connaissance des sols de la ferme, que pour Terre de Liens, pour pouvoir constater à moyen terme les évolutions liées à la conversion des terres en agriculture biologique. Le groupe local, qui s'est constitué autour de ce projet d'acquisition, est également volontaire et intéressé pour approfondir la question du sol et du suivi environnemental. Ferme d'élevage comprenant une soixantaine d'hectares de prairies, la réalisation

du diagnostic met en évidence un sol peu profond et séchant, une flore diversifiée et une diversité des milieux présents sur la ferme qui restent cependant fragiles : bocage, haies, zone humide, zone de coteaux.

L'objectif est désormais de déployer le diagnostic sur d'autres fermes Terre de Liens en Poitou-Charentes, et de coupler le diagnostic Humus à la réalisation d'un Dialecte. C'est cette formule qui sera réalisée sur la ferme de la Quinatière, nouvellement acquise par Terre de Liens et où deux maraîchers et un producteurs de plantes aromatiques et médicinales se sont installés, dans une volonté et dans la perspective de généraliser ces deux diagnostics sur l'ensemble des fermes Terre de Liens présentes en Poitou-Charentes.

Différents objectifs motivent cette dynamique :
- obtenir des données scientifiques pour un suivi de l'impact des pratiques agricoles des fermes Terre de Liens ;
- impliquer et former les bénévoles et partenaires au diagnostic environnemental ;
- se doter de données et d'outils de sensibilisation sur l'importance de la préservation des sols et de la biodiversité ;
- rapprocher les actions de Terre de Liens à celles des réseaux environnementaux.

D'AUTRES ASSOCIATIONS TERRITORIALES MÈNENT OU ONT MENÉ DES PROJETS QUI INTÈGRENT LA RÉALISATION D'UN OU DE PLUSIEURS DIAGNOSTICS HUMUS, PAR EXEMPLE :

Terre de Liens Normandie
Dans le cadre de son programme d'action avec l'Agence de l'Eau Seine Normandie, qui prévoit notamment le suivi de fermes acquises par Terre de Liens et qui présentent un enjeu eau (périmètre de protection de captage immédiate ou rapprochée), l'Association Territoriale réalisera un ou plusieurs diagnostics Humus couplés à un Dialecte, sur ces fermes Terre de Liens où un enjeu eau existe.

Terre de Liens Bourgogne-Franche-Comté
Dans le cadre de son programme avec la région Bourgogne-Franche-Comté (département environnement), a mis en place un suivi environnemental sur les onze fermes Terre de Liens de cette région à travers la réalisation des protocoles de l'OAB et l'intégration de certains éléments du diagnostic Humus sur la partie sol. L'objectif de la démarche était l'acquisition de connaissances scientifiques en milieu agricole.

ANNEXES

OBSERVATOIRE AGRICOLE de la BIODIVERSITÉ

PROTOCOLE 1/2

Placettes vers de terre

Les vers de terre sont de bons indicateurs de la qualité du sol. Ils sont également des acteurs indispensables de sa fertilité et de son aération.

Durée pour une parcelle

3h avec la détermination sauf si les 3 placettes sont faites simultanément par différents observateurs (1h par m²)

Coût pour une parcelle

Environ 8 € de moutarde

Matériel

- *4 piquets + ficelle + mètre (pour matérialiser 1 m²)*
- *Arrosoir de 10 L + rampe d'arrosage*
- *Moutarde forte commerciale (12 petits verres de 150 g AMORA fine et forte)*

Pourquoi choisir la moutarde AMORA fine et forte en pots de 150 g ? *Pour assurer une homogénéité des données d'observations. En effet, la teneur en AITC, le principe actif qui donne le piquant à la moutarde est en concentration différente selon les recettes. Utiliser la même moutarde évite ainsi les biais dus aux différentes moutardes utilisées. Elle est par ailleurs facile à se procurer sur tout le territoire.*

- *Eau: 60 L (20 L par m²) + rinçage*
- *Pince + bassine + surface noire pour l'identification (bâche par ex.)*
- *Gants jetables (évitez de vous frotter le visage avec le gant)*
- *Coupe bordures ou rotofil (si étude de prairie)*
- *Guide illustré pour l'identification des vers de terre (www.observatoire-agricole-biodiversite.fr)*
- *Fiches de terrain pour la saisie des données*

Conditions d'observation

Date: le plus tôt possible dès janvier, lorsque les conditions sont optimales (pas de gel) et jusqu'au 15 mars dans la moitié sud du pays en plaine, jusqu'au 15 avril dans la moitié nord. Décalage possible en zone de montagne.

© B.Lamouroux

Fréquence: observation tous les 3 ans sur la même parcelle

Heure: le matin, avant midi heure solaire.

Température: T°C entre 6 et 10°C

Humidité: uniquement sur un sol ressuyé (ni gelé ou en dégel, ni saturé en eau, ni trop sec)

Méthode

1. ***Fig 1 :*** Positionner en ligne trois zones d'échantillonnage de 1 m² espacées deux à deux de 6 mètres sur une surface homogène et représentative de la parcelle (hors passage de roue et sur une surface plate si possible). En prairie, raser la végétation et l'enlever juste avant de faire le prélèvement (sur la surface et environ 10 cm autour pour une meilleure visibilité).

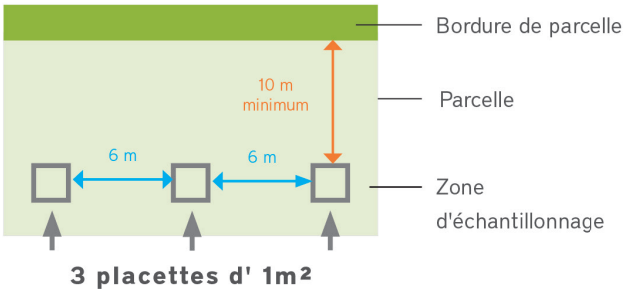
2. Préparer la solution sur place: pour chaque arrosage, diluer deux petits pots (verres) de moutarde AMORA fine et forte commerciale (150 g) dans un arrosoir de 10 L d'eau (mettre des gants).

3. ***Fig 2 :*** Pour chacune des trois zones d'1 m² étudiées, appliquer à 15 minutes d'intervalle 2

OBSERVATOIRE AGRICOLE de la BIODIVERSITÉ

PROTOCOLE 2/2

Placettes vers de terre



© RL.PreudHomme, Rob Hille, M.Evanno

Fig 1 : Schéma de la zone d'étude

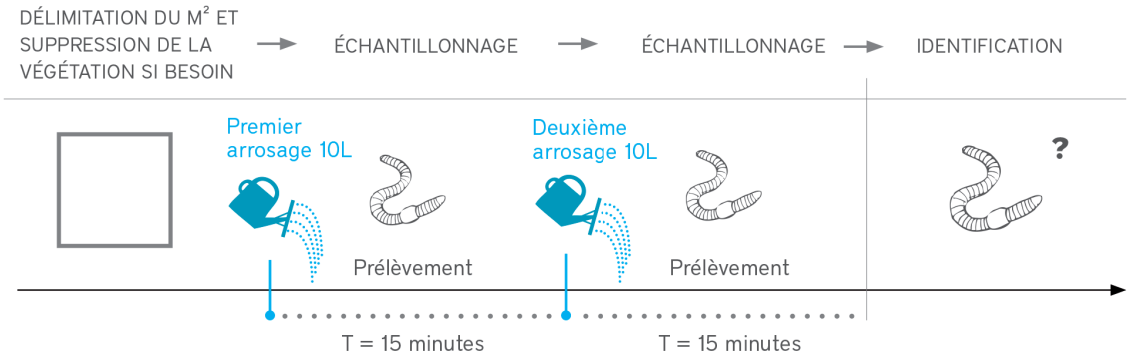


Fig 2 : Déroulé du protocole sur une placette

épandages (10 L chacun) de moutarde diluée (ne pas hésiter à arroser plus large que le m²), de façon homogène sur toute la surface grâce à une rampe d'arrosage. Entre les deux épandages et pendant un quart d'heure à la suite du deuxième, récolter (seulement dans la zone délimitée) les vers de terre qui remontent à la surface (précaution : bien attendre qu'ils soient complètement sortis de leurs galeries, si le ver est coupé en 2, prendre les morceaux). Les placer dans une bassine remplie d'eau (le rinçage évite la mort des individus).
Si les individus continuent à sortir au bout d'un quart d'heure, retarder le deuxième arrosage et ramasser les vers en priorité.

4. Laver les vers, les étaler sur une surface de couleur noire (bâche par exemple). Les déterminer à l'aide du guide d'identification et les séparer selon les 3 groupes. Compter les individus par groupe et reporter les résultats sur la feuille de terrain. Attention de bien séparer les résultats par placette. Remettre les vers à 2 mètres environ de la placette.

Si vous n'observez aucun ver de terre, merci de le noter quand même. L'absence d'observation est aussi une donnée scientifique importante.

A noter : ce protocole ne permet de faire remonter qu'une partie des vers de terre présents sur votre parcelle. Cette information est prise en compte dans les analyses de données.

SOURCE

UMR EcoBio, équipe de Daniel Cluzeau, Université de Rennes 1, EcobioSoil, OPVT (Observatoire Participatif des Vers de Terre)
http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php

UNIVERSITÉ DE RENNES 1 — Muséum national d'Histoire naturelle — OPVT — Observatoire de Rennes

OBSERVATOIRE AGRICOLE de la BIODIVERSITÉ OPVT

DESCRIPTION SPÉCIFIQUE

| Placettes vers de terre

* Informations obligatoires

Parcelle *

Description spécifique

Que voyez-vous au plus proche de votre point d'observation?

Distance à l'arbre le plus proche (m) *

Bordure (réponses multiples possibles) *

- ◯ lisière de bois
- ◯ bande enherbée
- ◯ fossé ou cours d'eau
- ◯ autre *(1)*
- ◯ haie
- ◯ bord de route ou chemin
- ◯ aucune bordure = autre culture
- ◯ bande fleurie / espèces semées *(2)*

(1) si « autre » coché, précisez le type de bordure :

(2) si « bande fleurie / espèces semées » cochée, précisez les espèces semées :

Distance (d) à cette bordure :

◯ d ≤ 10 m ◯ 10 < d ≤ 15 m ◯ 15 < d ≤ 20 m ◯ 20 < d ≤ 30 m ◯ 30 < d ≤ 50 m ◯ d > 50 m

Parcelle voisine / milieu limitrophe (réponses multiples possibles) *

- ◯ autre culture *(3)*
- ◯ bois
- ◯ étang
- ◯ prairie
- ◯ zone urbaine
- ◯ autre *(4)*

(3) si « autre culture » cochée, précisez la culture limitrophe

(4) si « autre » coché, précisez le milieu limitrophe

Informations sur le sol

Texture du sol (dominance) *

◯ argile ◯ sable ◯ limon

Couleur du sol *

- ◯ brun pâle
- ◯ brun foncé
- ◯ noir
- ◯ rouge
- ◯ bleu-gris
- ◯ autre *(5)*

(5) si « autre » coché, précisez la couleur du sol :

pH (ne remplir que si l'information est connue) *

◯ pH ≤ 5 ◯ 5 < pH ≤ 6 ◯ 6 < pH ≤ 7 ◯ 7 < pH ≤ 8 ◯ pH > 8

Amendement

Type *	Fréquence (tous les x ans)	Nb de passages	Quantité (kg/ha)	Produit(s)
◯ organique				
◯ calcique				

Merci d'avoir complété vos informations !

N'oubliez pas de les saisir en ligne sur le site **www.observatoire-agricole-biodiversite.fr**, rubrique «Mon observatoire», afin qu'elles puissent être prises en compte dans l'anaylse des résultats de L'OAB.

OBSERVATOIRE AGRICOLE de la BIODIVERSITÉ

OPVT

OBSERVATIONS

| Placettes vers de terre

Observateur (Nom, prénom) *

Parcelle *	Placette 1	Placette 2	Placette 3

Date d'observation * (jj mm aaaa)	**Heure de début** *	**Heure de fin** *	**T°** *
/ /			

* Informations obligatoires

Conditions d'observation

Pluie *
- ◯ nulle
- ◯ légère
- ◯ forte

Vent *
- ◯ nul
- ◯ léger
- ◯ fort

Ensoleillement *
- ◯ soleil
- ◯ peu nuageux
- ◯ nuageux
- ◯ très nuageux
- ◯ couvert

Humidité du sol *
- ◯ sec
- ◯ humide
- ◯ engorgé

Date de la dernière (jj mm aaaa)
- **pluie** *
- **gelée** *

Identification en comptage

	Juvéniles	Adultes	Juvéniles	Adultes	Juvéniles	Adultes	Juvéniles	Adultes	Individus non déterminés	TOTAL PLACETTE =
Placette 1										
Placette 2										
Placette 3										

INDIVIDUS DE PETITE TAILLE

1-5 cm

Fortement pigmenté

Rouge bordeaux

= TOTAL ÉPIGÉS

Tête rouge
Clitellum orange

Tête noire
Clitellum marron à marron clair

Attention ! *La distinction entre les têtes rouges et les têtes noires n'est pas toujours évidente. Conseil : appuyer sur le bout de la tête et bien regarder la couleur du clitellum*

INDIVIDUS DE GRANDE TAILLE

10-100 cm

Décoloration du corps selon un gradient tête/queue

= TOTAL ANÉCIQUES

INDIVIDUS DE PETIE À MOYENNE TAILLE

3-20 cm

Faiblement pigmenté

Rose, gris-clair, vert

= TOTAL ENDOGÉS

Qu'est-ce que le Clittelum ?
Il s'agit d'un anneau coloré situé dans le premier tiers du corps du ver de terre. Il permet de reconnaître les adultes.

Merci d'avoir complété vos informations !
N'oubliez pas de les saisir en ligne sur le site
http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_login.php

Laissez les vers sortir complètement avant de les prélever du côté de la queue.
Attention aux cassures.

© OPVT, Université Rennes 1, M.Evanno

ANNEXE 2

TABLEAU 1 : ESPÈCES INDIQUANT UN BON ÉTAT DU SOL

Plantes bio-indicatrices	Sol équilibré	Riche en bases	Riche en MO	Equilibre en MO	C/N équilibré	Bonne activité micro-bienne aérobie	Sol profond	Riche en nutriments	Minéralisation active de la MO (bactérie aérobie)	Blocage du Phosphore	Légèrement acide	Libération de nitrates	Remarques
Geranium colombinum (Géranium colombin)			x	x	x								Début d'engorgement en MO carbonée et en nitrates
Linum bienne (Lin à feuilles étroites)	x												
Lotus corniculatus (Lotier corniculé)	x	x								x			Très bonne plante fourragère, favorisant la production laitière
Medicago arabica (Luzerne maculée)		x	x		x								
Phyteuma orbiculare (Raiponce orbiculaire)	x	x	x				x						
Plantago lanceolata (Plantain lancéolé)	x		x			x							Plante des meilleures prairies, indispensable à la santé du bétail
Polygala vulgaris (Polygale commun)	x												Tendance vers la carence en N et à l'engorgement en MO végétale archaïque
Rumex acetosa (Grande oseille)	x							x			x		riche en éléments nutritionnels et haute valeur fourragère
Stellaria media (Mouron blanc)	x								x			x	
Tragopodon pratensis (Salsifis des prés)		x		x									Plante des meilleures prairies pour la production laitière et fromagère

ANNEXE 2

TABLEAU 2: ESPÈCES INDIQUANT UN MOYEN ÉTAT DU SOL

Plantes bio-indicatrices	Engorgement en MO	Faible pouvoir de rétention	Asphixie	Riche en bases	Sol subissant des compactages	Erosion	Lessivage	Décalcification des sols	Excès d'azote	pH élevé	Blocage du P et K	Forts contrastes hydriques	Carence en Mo animale et azote	Changement d'état du fer par hydromorphisme	Excès de Mo	Préconisations / remarques
Artemisia vulgaris (Armoise commune)	x	x	x	x	x	x										manque de couverture des sols
Bellis perennis (Pâquerette)		x				x	x	x								perte des ions Fe et Ca assurant la cohésion du CAH
Cichorium intybus (Chicorée sauvage)				x	x				x	x	x					Piétinnements provoquant des anaérobioses
Daucus carota (Carotte sauvage)				x	x							x				
Leucanthemum vulgare (Grande marguerite)	x												x			
Primula officinalis (Primevère officinale)	x			x ou ph élevé						x ou riche en bases			x			
Taraxacum officinale (Pissenlit)	x			x	x				x							indicateur de prairie riche. Si dominante, révélateur d'aggravation des engorgements et des anaérobioses
Trifolium repens (Trèfle blanc)	x			x	x											la densité est proportionnelle à la pression du pâturage
Urtica dioica (Ortie dioïque)														x	x	Indique une pollution ou un apport de fer
Vicia sativa (Vesce commune)				x	x						x					Le compactage provoque des anaérobioses

ANNEXE 2

TABLEAU 3 : ESPÈCES INDIQUANT UN MAUVAIS ÉTAT DU SOL

Plantes bio-indicatrices	Hydro-morphie	Erosion	Lessivage	Perte d'humus	Manque de MO	Excès de MO	Compac-tage	Blocage de Phos-phore	Exces d'azote	CAH	Destruc-turation des argiles	pH élevé	Destruc-turation du sol	Pollutions	Rétention des minéraux	Remontée de sel	Danger signalé
Ambrosia artemi-siifolia (Ambroisie)				x	x					Disparition	x				x		Stérilisation du sol due aux labours trop profonds
Cirsium arvense et eriophorum (chardon commun et chardon très épineux)						x	x	x	x	Saturation		x					Prolifération de l'espèce par le sur-pâturage et l'excès de MO
Convolvulus arven-sis (Liseron des champs)						x	x		x	Saturation							Espèce nitrophile
Elytrigia toutes espèces (Chiendent)							x		x (nitrates)			x	x				Indique une fatigue du sol, et une destructuration par les labours
Galium aparine (Gaillet gratteron)						x			x (nitrate d'ammoni um)								Explose dans les céréales en conver-sion en AB entre la 3e et la 5e année
Plantago major (Grand plantain)	Suite au compac-tage						x										Provoque anaérobioses
Portulaca oleracea (Pourpier potager)		x	x				x								Très faible		Erosion et compactage
Ranunculus repens et sarde (Renoncule ram-pante et renoncule sarde)	x					x	x			Destructura tion pour R. sarde							Compactage par le surpâturage et travail du sol par temps humide. Présence importante denitrites chez R. sarde
Rumex obtusifolius (Rumex à feuilles obtuses)	x					x		x		Destrucurat ion avec libération d'aluminiu m et de fer							Dégâts irréversible si apport de MO : anaé-robioses complètes avec blocage des oligo- éléments et du phsophore. Indique sol acide
Spergula arvensis (Spergule des champs)		x érosion du calcium	x		Pauvre en humus					Perte du pouvoir de fixation					Très faible		Carences, érosion et lessivage par manque de couverture du sol. Indique sol acide.

CONTRIBUTEURS

Ont contribué à l'élaboration du diagnostic Humus :

- **Klervia Pelé**, stagiaire de la MUSE en 2015, élève-ingénieur d'Agrosup Dijon, en charge de l'élaboration de cet outil.
- **Catherine Sirguey** et **Pierre Léglize**, docteurs et enseignants-chercheurs à l'ENSAIA de Nancy, tuteurs de Klervia Pelé et encadrants du projet professionnel d'étudiants autour du diagnostic Humus.
- **Emmanuelle Petitdidier**, coordinatrice de la MUSE et également tutrice de Klervia Pelé.
- **Sophie Raous**, coordinatrice de l'Institut Régional du Développement Durable (IRD2), association de médiation scientifique normande, initiatrice de la collaboration entre Terre de Liens, le laboratoire Sols et Environnement et l'ENSAIA.
- **Jude Spaëty**, expert biodiversité, a réalisé une dizaine de diagnostics Humus sur des fermes de Terre de Liens.
- **Les étudiants de l'ENSAIA de Nancy** : six groupes ont travaillé depuis 2012 au perfectionnement et à l'adaptation de l'outil aux besoins du terrain.
- **Les étudiants de l'ESITPA de Rouen**, investis sur le volet biodiversité du diagnostic à son origine.

L'Association Française pour l'Étude des Sols (AFES), association de médiation scientifique qui œuvre à la diffusion des connaissances existantes sur les sols et les enjeux actuels de leur préservation, a également participé à la rédaction de cette notice d'utilisation. L'AFES est la branche française de l'Union Internationale de Science du Sol, qui réunit la communauté scientifique mondiale des sols (www.afes.fr).

CRÉDITS

Auteurs :
Emmanuelle Petitdidier,
Thibaud Rochette
Coordination éditoriale :
Valérie Vandeputte
Conception graphique :
www.despetitspois.net

p.09, IRD ; p.10, IRD2 ;
p.14, Jude Spaëty ;
p.19, Défi Alimentaire
et Jeremy Berthier ;
p.20, Kervia Pelé, IRD2,
Mickaël Guillou ;
p.23, Klervia Pelé ;
p.24 et 69, La belle terre ;
p.25 et 69, Sols de Bretagne,
Ontario Liculture ;
p.25 et 72, Antoine Delaunois,
myrmecofourmis, Wikipédia ;
p.28, Christian Laumond, INRA ;
p.29 et 82, Damien Viel ;
Sylvie Jean ;
p.31, Schoolmoove ;
p.38 à 42, Géoportail, Climate Data,
www.1france.fr, TDL Auvergne ;
p.44, Jude Spaëty
p.46, Jude Spaëty
p.52, TDL/TR
p.67 et 78, crédits non renseignés.

La reproduction et la diffusion totale ou partielle des données, des textes, des photographies et des schémas sont possibles pour toute utilisation non commerciale, en l'état et sans modification, et soumises à autorisation auprès de : humus@terredeliens.org
Dans tous les cas, les contenus reproduits devront être crédités et porter la mention suivante :
© HUMUS-TDL, 2018.

© Terre de Liens, association nationale, 2018.
10 rue Archinard, 26400 Crest.
www.terredeliens.org
Contact : humus@terredeliens.org

Le mot latin *humus*, comme d'ailleurs le mot *homo* pour homme, provient de la racine indo-européenne *ghyom*, qui signifie terre. Nous sommes le résultat de cette alchimie qui réussit l'exploit de « faire du vivant » en combinant des minéraux, de l'eau et des organismes vivants, où ces derniers décomposent les matières organiques en briques élémentaires pour qu'elles se recomposent à nouveau en matière vivante. Cette alchimie qui nous a fait naître se fait sans bruit, sans fumée, sans déchets, grâce à l'énergie du soleil, carburant de cette réaction chimique : la photosynthèse. Tout ce que nous ingérons est issu de la photosynthèse. Quelque soit la chaîne alimentaire, le premier élément est toujours végétal.

La maîtrise des énergies fossiles nous a fait croire que nous pouvions dominer cette chaine de réactions physico-chimiques par le travail du sol et le cortège de produits chimiques qui l'accompagne. Cette illusion fut de courte durée : l'agriculture moderne consomme aujourd'hui plus d'énergie qu'elle n'en produit et dégrade les sols, l'équilibre du vivant, le climat.

Accepter d'être entièrement dépendants de la qualité des sols peut paraître un concept lointain pour nos décideurs urbains, qui rêvent souvent de développement à coup de béton et de bitume. Si l'homme moderne sait aller sur la lune, il ne sait pour autant fabriquer ni pomme de terre ni pâquerette. Seuls l'alliance d'un sol vivant, de l'eau et du soleil savent le faire.

Si Terre de Liens ne permet pas de solutionner tous ces problèmes, le mouvement s'est organisé pour apporter sa contribution : acquérir des terres dans le souci de favoriser non seulement des installations agricoles nombreuses mais également pour préserver les sols et leur fertilité. Pour aller plus loin et en mesurer les effets, le diagnostic Humus a été créé. Aujourd'hui expérimenté sur plusieurs territoires, ce diagnostic participatif des sols est une invitation à la préservation des terres agricoles et à la prise en compte des sols par le plus grand nombre.

Freddy Le Saux
Président de l'association Terre de Liens