



**Etude de la qualité des sols
(agro-pédo-écologique)
de trois milieux de références
situés à Varennes-St-Sauveur (71)**

Rapport final - Mai 2021

SAS Sol &co
2 avenue de la Forêt de Haye
54505 Vandœuvre-lès-Nancy cedex
contact@sol-et-co.com



Rédacteurs : Quentin VINCENT & Anne BLANCHART – Sol &co

Destinataire : Véronique DHAM – BIODIV'CORP

Le présent rapport expose les résultats du diagnostic agro-pédo-écologique des sols réalisé en mars 2021 sur des « milieux de références », rue Le Malichy (Varennes-Saint-Sauveur), dans le cadre d'une évaluation de la qualité des sols.

Ce rapport comprend l'étude préalable, les données récoltées sur le terrain (diagnostic pédo-écologique) et en laboratoire (diagnostic agronomique), leurs interprétations et les recommandations en termes de changement d'usages et de palette végétale.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
I. ETUDE DOCUMENTAIRE PREALABLE	5
A) Contexte climatologique	5
B) Contexte géologique, pédologique et hydrogéologiques.....	5
C) Topographie	7
D) Historique d’occupation des sols	7
II. PLAN D’ECHANTILLONNAGE	8
III. RESULTATS DU DIAGNOSTIC AGRO-PEDO- ECOLOGIQUE.....	9
A) Description pédologique	9
B) Diagnostic agronomique	12
D) Diagnostic écologique.....	13
IV. INTERPRETATIONS DES RESULTATS	14
A) Recommandations d’usages et de gestion des sols...	14
B) Liste des plantations compatibles avec la qualité des sols en place	15
CONCLUSION.....	16

INTRODUCTION

Sol &co est intervenu sur des sites d'études (Figure 1) situés à Varennes-Saint-Sauveur afin d'y réaliser un **diagnostic de la qualité écologique des sols** : diagnostic agro-pédologique et diagnostic biologique.

Trois types de milieux ont été étudiés (Figures 1 & 2) :

- Site surpâturé ;
- Site cultivé (par de Raygrass) ;
- Site boisé.

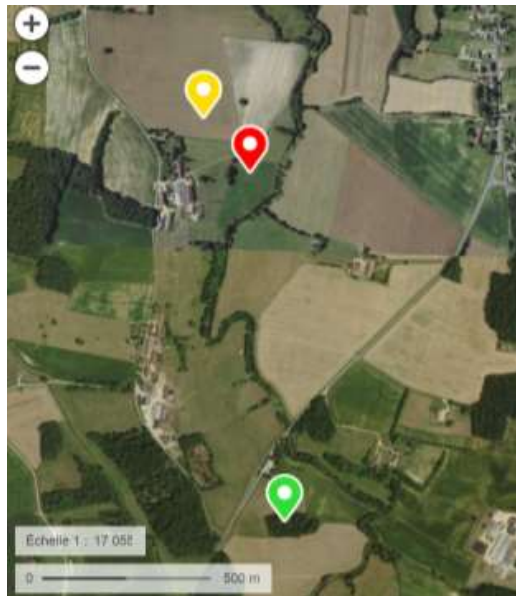


Figure 1 : Localisation géographique des sites d'étude
Jaune = cultivé, Rouge = pâturage, Vert = bois – Géoportail

Pâturage



Culture



Bois



Figure 2 : Photographies des trois milieux étudiés – © Sol &co

I. ETUDE DOCUMENTAIRE PREALABLE

A) Contexte climatologique

Varennes-Saint-Sauveur bénéficie d'un **climat océanique tempéré à tendance continentale** selon la classification de Köppen-Geiger. Les hivers sont froids et humides et les étés chauds et secs (influence méridionale). Les précipitations sont régulières tout au long de l'année. En moyenne sur une année, les précipitations sont de 859 mm et la température avoisine les 11°C.

B) Contexte géologique, pédologique et hydrogéologique

Les logs géologiques indiquent que le site d'étude se caractérise par la présence **d'argiles, argiles sableuses, sables, graviers et galets localement tourbeux** (Figure 3).



LEGENDE :

Argiles, argiles sableuses, sables, graviers et galets localement tourbe

Figure 3 : Cartographie de la géologie – Géoportail

L'étude cartographique de la pédologie indique que les sols sont formés majoritairement d'argiles et sables liés au vallon de la Bresse Louhannaise ou des affluents de la Saône. Selon la cartographie des sols présentée sur Géoportail, il s'agit majoritairement de **Luvisols** pour le sol sous culture (mais à la frontière avec l'autre type de sol) et de **Fluvisols** pour les sols de pâturage et boisés (Figure 4).

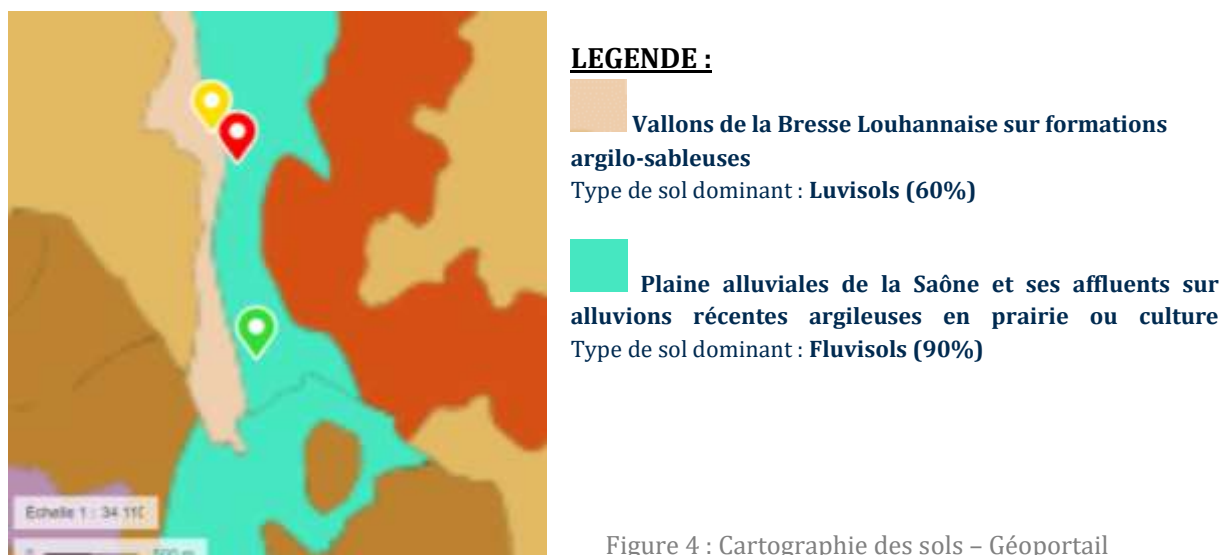


Figure 4 : Cartographie des sols – Géoportail

Toutefois, la fiabilité de cette carte des sols est liée à l'échelle des données collectées (c'est-à-dire 1:250 000). **L'analyse des sols à l'échelle cadastrale nécessite des analyses complémentaires de terrain¹, comme il a été réalisé dans cette étude.**

Les données hydrogéologiques indiquent que les sites d'étude sont situés dans le **domaine marneux** de la Bresse, Val de Saône et par la formation du Saint-Côme, datant du **Miocène** (Infoterre – BRGM). De plus, les sites d'études sont entourés de cours d'eau, notamment Le Sevron à l'est (Figure 5).

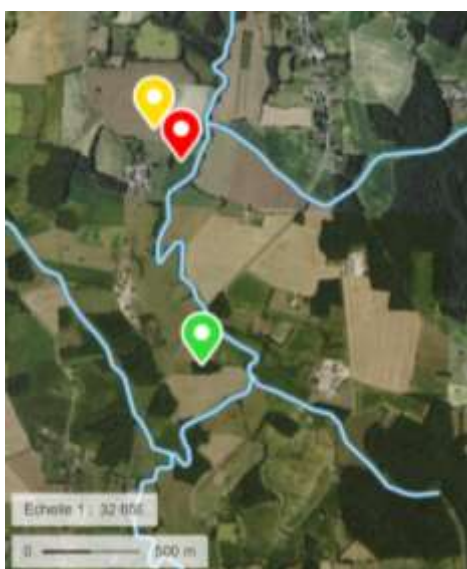


Figure 5 : Cartographie du réseau hydrographique - Infoterre BRGM

¹ <https://www.geoportail.gouv.fr/actualites/la-carte-des-sols-une-nouvelle-donnee-de-reference>

C) Topographie

La topographie du site d'étude ne présente **pas de dénivelé particulier** : l'altitude peut présenter des variations maximales de deux mètres environ (Figure 6).

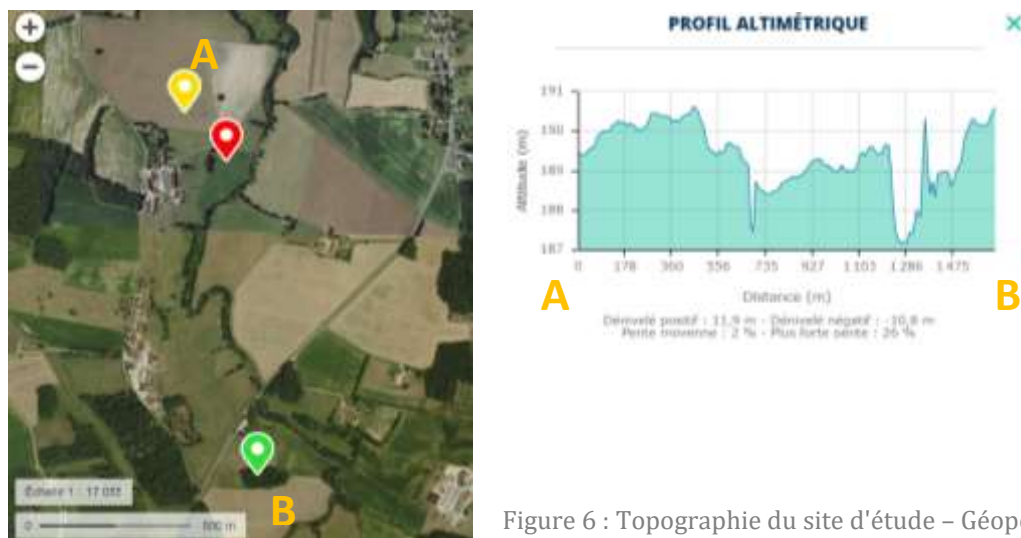


Figure 6 : Topographie du site d'étude – Géoportail

D) Historique d'occupation des sols

L'étude de l'historique d'occupation des sols atteste que les sols du site d'études ont accueilli **peu de changements d'usages** au fil du temps, et que leur usage est principalement resté naturel ou agricole (Figure 6).

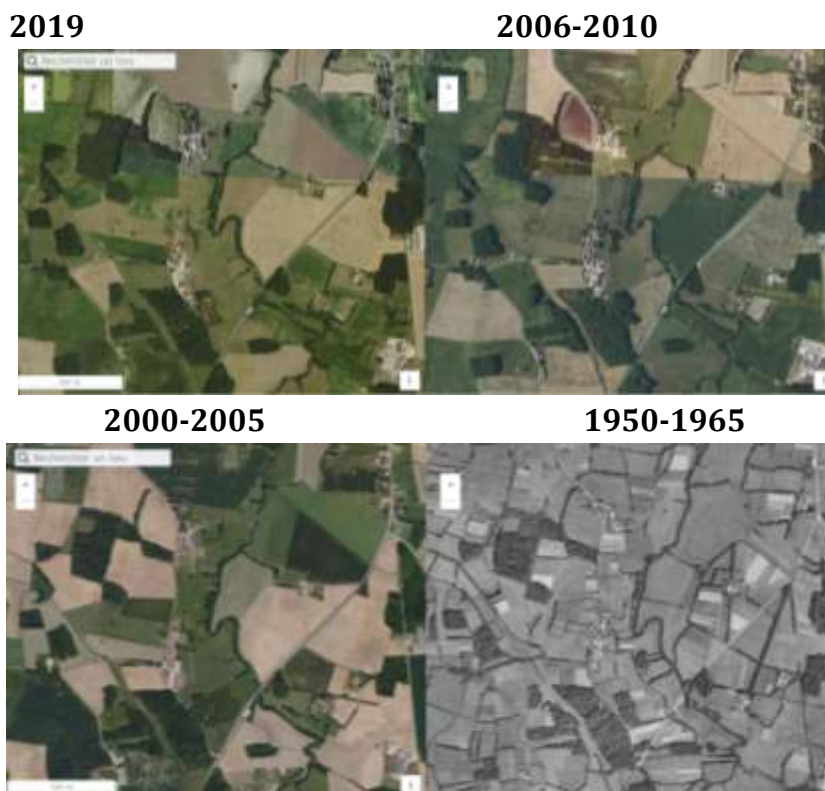


Figure 6 : Evolution temporelle de l'occupation des sols du site d'étude – Géoportail

II. PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Les trois milieux de référence présentés en introduction ont été diagnostiqués (Figure 7). Un point de prélèvement a été réalisé pour chaque milieu étudié, où il a été réalisé systématiquement :

- une description des **profils de sols** ;
- un inventaire des **vers de terre** ;
- un inventaire de la **macrofaune épigée** du sol (faune visible de surface).

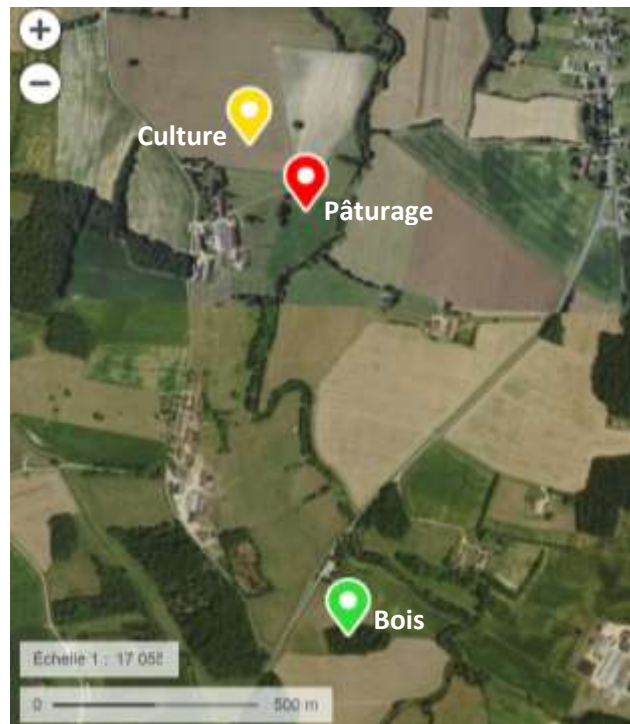


Figure 7 : Cartographie des points de prélèvement
Jaune = cultivé, Rouge = pâturage, Vert = bois – Géoportail

III. RESULTATS DU DIAGNOSTIC AGRO-PEDO- ECOLOGIQUE

A) Diagnostic pédologique

Les photographies des profils de sols décrits et échantillonnés sur site sont présentées en Figure 8.

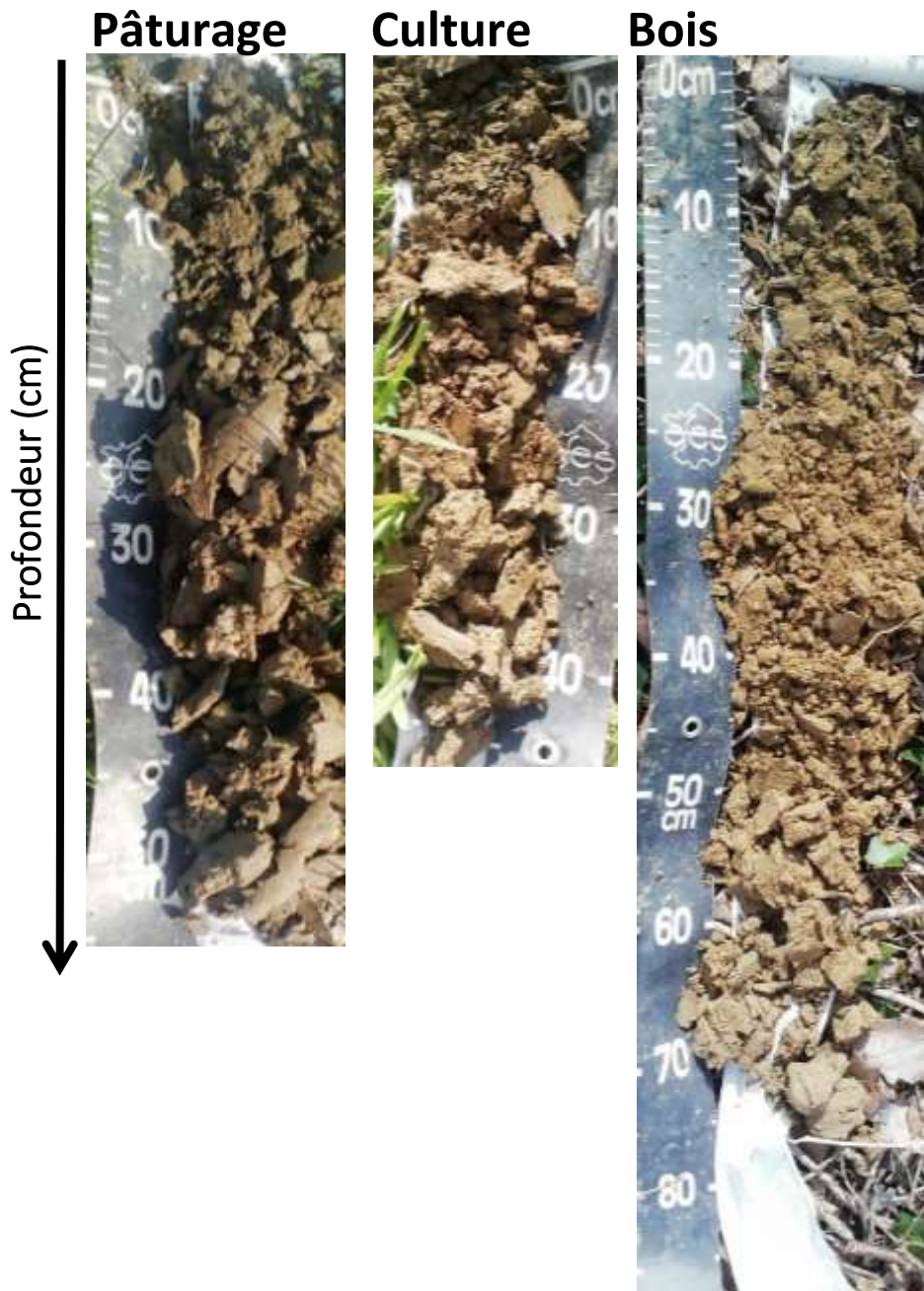


Figure 8 : Photographies des profils de sols – © Sol &co

Les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de ces trois profils de sols sont répertoriées dans le Tableau 1.

Le diagnostic agro-pédologique réalisé sur site a permis de constater des **traces d'hydromorphie dans le 2^{ème} horizon des sols de pâture et sous culture** (Figure 9).

Ces traces prennent la forme de :

- **tâches de rouille** (flèches jaunes de la Figure 9), liées à l'oxydation du fer : le sol n'est pas saturé en eau au moment de l'intervention sur site, mais est susceptible de contenir de l'eau ;
- grandes **tâches grises/bleutées**, liées à la réduction du fer : le sol est saturé en eau, en conditions anoxiques ;
- **inclusions noires**, liées à une précipitation ferro-manganique (flèche rouge de la Figure 9).

Ces traces indiquent que le sol est de **nature hydromorphe**. C'est une caractéristique des zones humides, même si ce seul critère ne permet pas de conclure sur le caractère humide du sol.



Figure 9 : Traces d'hydromorphie visibles dans le 2^{ème} horizon du sol de pâture
Flèche rouge : inclusion noire ; Flèche jaune : exemple de traces de « rouille » – © Sol &co

Tableau 1 : Etude pédologique des 3 points de prélèvements « Pâturage » ; « Culture » et « Bois ».

	Pâturage		Culture		Bois		
Localisation GPS	Lat : 46,47146 Long : 5,23667		Lat : 46,47249 Long : 5,23541		Lat : 46,46177 Long : 5,23807		
HORIZON	1	2	1	2	1	2	3
Profondeur limite inférieure (cm)	20	>50	10	>40	20	50	>70
Texture	Limoneuse	Argileuse	Limono-sableuse	Argilo-limoneuse	Sableuse	Sablo-limoneuse	Limono-sableuse
Structure	Grumeleuse	Grumeleuse	Anguleux	Grumeleuse	Grumeleuse	Grumeleuse	Grumeleuse
Couleur	10YR3/2	10YR4/1	10YR5/3	10YR4/6	10YR4/4	10YR4/4	10YR4/3
Calcaire	0	0	0	0	0	0	0
Éléments grossiers (%)	0	0	0	0	0	0	0
Nature des éléments grossiers	/	/	/	/	/	/	/
Artéfacts (%)	0	0	0	0	0	0	0
Nature des artéfacts	/	/	/	/	/	/	/
Traces d'hydromorphie (%)	0	70	0	70	0	0	0
Activité biologique (0-4)	1 <i>Quelques racines</i>	0	1 <i>Quelques racines</i>	0	0	0	0
Traces de pollution	/	/	/	/	/	/	/
Odeur	/	/	/	/	/	/	/
Remarques	/	/	/	/	/	/	/

B) Diagnostic agronomique

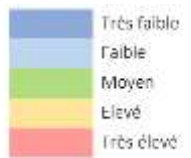
Les **résultats complémentaires** fournis par les analyses en laboratoire sont présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Résultats des analyses physico-chimiques du premier horizon échantillonné (H1) dans les 3 milieux (Pâturage, Culture et Bois). Comparaison (en couleur) selon les seuils agronomiques. Les couleurs illustrent une comparaison par rapport à des valeurs mesurées dans d'autres sols. Corg = Concentration en carbone organique ; Ntot=concentration en azote total ; CEC=Capacité d'échange cationique ; Ca=Calcium disponible (CaO) ; K=Potassium disponible (K₂O) ; Mg=Magnésium disponible (MgO) ; Na=Sodium disponible (Na₂O) ; P=Phosphore disponible (P₂O₅ – Méthode Olsen) ; Taux de saturation=Somme des cations disponibles/CEC ; Calcaire= CaCO₃. Concentrations exprimées en g ou mg de l'élément par kg de sol sec.

Point de prélèvement	Horizon	pH	Matière organique %	Azote total g.kg ⁻¹	Rapport Corg/Ntot /	CEC cmol ⁺ .kg ⁻¹	Eléments majeurs disponibles					Taux de saturation %
							Ca g.kg ⁻¹	K g.kg ⁻¹	Mg g.kg ⁻¹	Na g.kg ⁻¹	P g.kg ⁻¹	
Pâturage	H1	6,2	10,0	6,4	9,1	34,1	6,58	0,224	0,776	0,050	0,102	82
Culture	H1	6,0	3,4	2,2	9,1	15,6	3,21	0,228	0,312	0,026	0,06	87
Bois	H1	4,2	4,8	2,3	12,2	13,6	0,32	0,169	0,067	0,013	0,025	14

Point de prélèvement	Horizon	Calcaire total g.kg ⁻¹	Argiles %	Limons %	Sables %	Texture (GEPPA)
Culture	H1	0,5	26,3	61,4	12,3	Limon-argileux
Bois	H1	0,0	20,7	43,1	36,2	Limon-argilo sableux

Légende :



Ces résultats indiquent tout d'abord que le pH des sols sous pâturage et sous culture est légèrement acide. **Le sol à usage « boisé » est quant à lui très acide.** Avec un pH si faible, la capacité du sol à retenir des éléments nutritifs (mesurée par la CEC) est nettement réduite. En effet, la CEC du sol « bois » est de 14% : cela signifie que 86% des éléments ne sont pas des éléments nutritifs pour les plantes, mais des protons H⁺ (autrement dit, des acides). S'ajoute à ce faible pH, la présence de sable en quantité plus importante, ce qui **limite la formation du complexe argilo-humique (qui est la réserve en nutriments du sol).**

En ce qui concerne le taux de matières organiques, il est très élevé dans le sol sous pâturage, probablement lié à l'**ajout (récent) de fumier**. En effet, en plus d'avoir une CEC presque saturée (82%), cette dernière est élevée. Cela signifie que la **réserve en nutriments est importante dans le sol sous pâturage**. L'équilibre entre le carbone organique et l'azote montre que la minéralisation est optimale dans les sols sous pâturage et sous culture. Par contre, le sol sous bois présente un taux de matières organiques trop élevé par rapport à la teneur en azote : **la minéralisation est limitée.**

Concernant les teneurs en éléments nutritifs, notons que la concentration en Mg est particulièrement élevée dans les deux sols agricoles (culture et pâturage). Cela peut s'expliquer par le **probable ajouts d'intrants.**

C) Diagnostic écologique

• Biodiversité des sols : macrofaune

Les **inventaires de la biodiversité faunistique** témoignent d'un niveau d'**abondance** (nombre d'organismes vivants) **faible** dans le milieu sous culture, **moyen à élevé** dans la zone de pâture et **élevé à très élevé** dans la zone boisée (Figure 10).

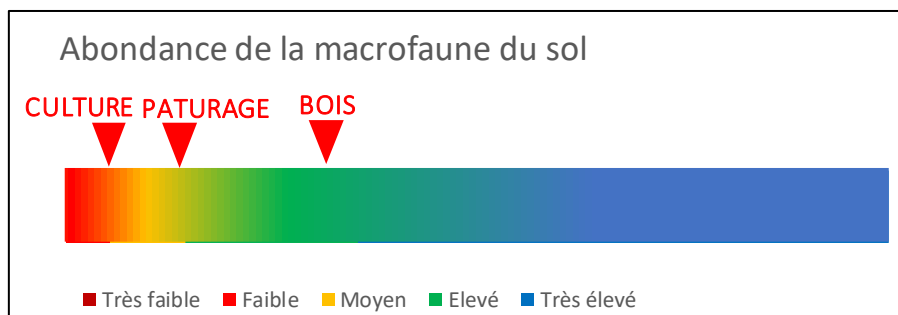


Figure 10 : Niveau d'abondance de la macrofaune dans les 3 milieux

Les taxons inventoriés sont présentés en Figure 11. Les taxons les plus abondants sont les **collemboles** (28 individus recensés²), qui ont été observés uniquement dans le sol sous milieu boisé, puis les **cicadelles** (13 individus recensés²), qui ont été observées majoritairement dans le sol sous pâture. Les **araignées** (13 individus recensés² ; famille des *Lycosidae*) ont également été observées dans les trois milieux, mais majoritairement retrouvées dans le sol sous culture.

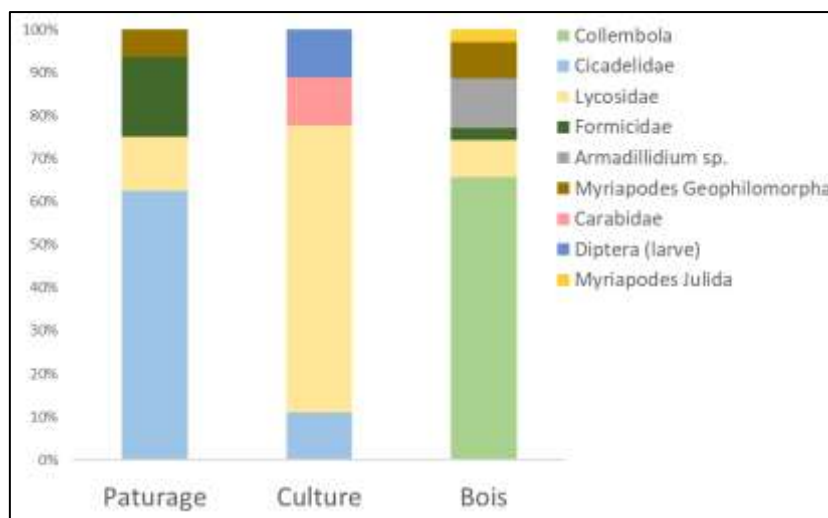


Figure 11 : Composition de la communauté de la faune du sol dans les 3 milieux

² dans 4m² pour un effort d'échantillonnage de 15min

La **biodiversité** (nombre d'organismes vivants différents, appelée aussi richesse taxonomique) des trois milieux est représentée en Figure 12. La biodiversité est **moyenne à élevée** dans le pâturage et la zone de culture ; et **très élevée** dans le bois.

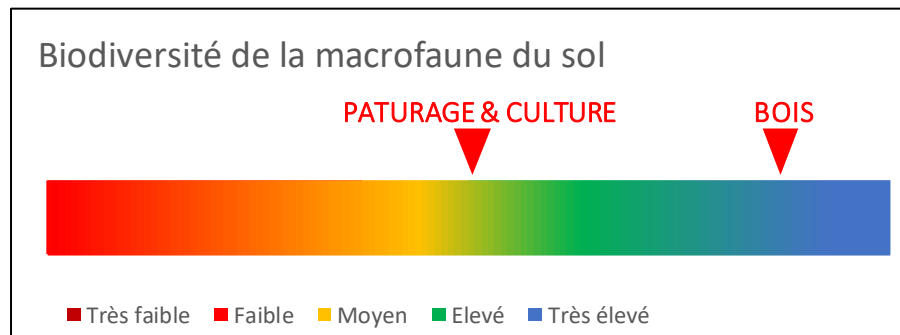


Figure 12 : Niveau de biodiversité (richesse taxonomique) de la macrofaune dans les 3 milieux

- **Les vers de terre**

L'**abondance en vers de terre** est **très faible** dans le bois (aucun vers inventorié), plutôt **faible** dans la zone de culture et **extrêmement élevée** dans la zone de pâturage (Figure 13). L'absence de vers dans le bois est probablement liée à la **texture sableuse du sol**, qui ne permet pas aux vers de creuser des galeries stables.

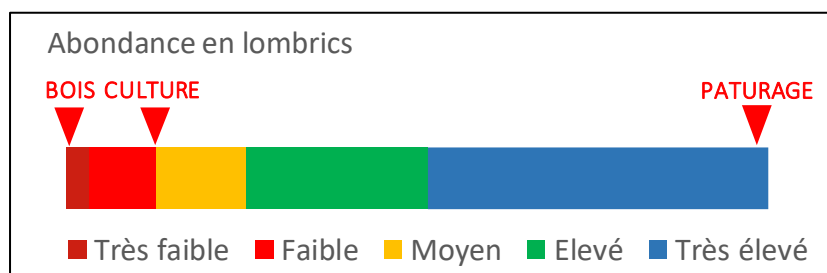


Figure 13 : Abondance en vers de terre sur le site, mesurée par le test bêche

IV. INTERPRETATIONS DES RESULTATS

A) Recommandations d'usages et de gestion des sols

Les résultats du diagnostic de qualité des sols indiquent que la texture du sol est argileuse pour le sol sous pâturage. Sur ce sol, les pratiques agricoles qui pourraient déstructurer le sol (ex : labour) doivent être évitées, au **risque d'une compaction accrue du sol** sur le moyen terme.

Enfin, les résultats indiquent qu'il est possible de **reconvertir** l'usage « culture » du sol cultivé en usage « forêt », sous réserve de vérifier que les essences plantées soient compatibles avec ce type de sol (voir ci-dessous le paragraphe sur les plantations compatibles). De plus, l'écosystème créé ne sera pas similaire à celui du sol sous usage

boisé étudié, car ce sol de milieu boisé est acide, avec une faible capacité à retenir les nutriments et une concentration en calcium trop faible par rapport au sol sous culture.

Il ne semble pas nécessaire de passer par une plantation d'une prairie avant l'implantation d'une forêt, au vu des caractéristiques agro-pédologiques des sols en place. Toutefois, au vu faible pH, il est possible de réaliser un **chaulage** afin d'augmenter ce pH et ainsi, augmenter le choix de la palette végétale.

B) Liste des plantations compatibles avec la qualité des sols en place

La palette végétale proposée ci-dessous a été générée grâce à l'outil **Planta'Sol**® créé par Sol &co. La palette proposée ne tient compte que des conditions agro-pédologiques **des sols en place**. Le choix des plantations selon des critères climatiques, sociaux et économiques est laissé au mandataire.

• Sol sous pâturage

Plantes	Compatibilité au sol	Plante_Type
Salicaire	73%	Plante_fleurs_melliferes
Epilobe en épis	69%	Plante_fleurs_melliferes
Trèfle rampant	67%	Plante_fleurs_melliferes
Phacélie	64%	Plante_fleurs_melliferes
Bourrache	58%	Plante_fleurs_melliferes
Sainfoin cultivé	58%	Plante_fleurs_melliferes
Luzerne commune	56%	Plante_fleurs_melliferes
Tournesol	56%	Plante_fleurs_melliferes
Colza	53%	Plante_fleurs_melliferes
Vipérine	53%	Plante_fleurs_melliferes
Bourdaine	73%	Arbuste_fleurs_melliferes
Aubépine	71%	Arbuste_fleurs_melliferes
Seringat	71%	Arbuste_fleurs_melliferes
Lilas	64%	Arbuste_fleurs_melliferes
Cornouiller	58%	Arbuste_fleurs_melliferes
Troène commun	58%	Arbuste_fleurs_melliferes
Charme	100%	Arbre
Chêne	100%	Arbre
Hêtre	94%	Arbre
Aulne glutineux	89%	Arbre

• Sol sous culture

Plantes	Compatibilité au sol	Plante_Type
Salicaire	69%	Plante_fleurs_melliferes

Epilobe en épis	64%	Plante_fleurs_melliferes
Trèfle rampant	62%	Plante_fleurs_melliferes
Sauge	60%	Plante_fleurs_melliferes
Lavande	60%	Plante_fleurs_melliferes
Phacélie	60%	Plante_fleurs_melliferes
Vipérine	58%	Plante_fleurs_melliferes
Bourrache	58%	Plante_fleurs_melliferes
Sainfoin cultivé	58%	Plante_fleurs_melliferes
Colza	53%	Plante_fleurs_melliferes
Aubépine	76%	Arbuste_fleurs_melliferes
Seringat	76%	Arbuste_fleurs_melliferes
Bourdaïne	73%	Arbuste_fleurs_melliferes
Cornouiller	58%	Arbuste_fleurs_melliferes
Lilas	56%	Arbuste_fleurs_melliferes
Troène commun	53%	Arbuste_fleurs_melliferes
Epicea	90%	Arbre
Pin	90%	Arbre
Sapin	90%	Arbre
Aulne glutineux	73%	Arbre_ornement
Chataignier	71%	Arbre_ornement
Bouleau	69%	Arbre_ornement
Charme	67%	Arbre_ornement

CONCLUSION

Les sols étudiés sont des **sols profonds avec trois textures bien distinctes** : argileuse pour le sol de pâturage, limoneuse pour le sol cultivé et limono-sableuse pour le sol du bois. Le **pH** de ces sols sont **acides** et particulièrement acide pour le sol de milieu boisé, avec une faible capacité de rétention des nutriments dans ce sol. Le **taux de matières organiques est élevé** sous le sol de prairie, lié aux intrants du type fumier, ce qui a favorisé l'activité des lombriciens.

Le sol sous culture subit un labour modéré (15cm), ce qui, en plus de la monoculture, **limite l'installation des autres organismes du sol**. De plus, le sol sous couvert boisé est **favorable aux organismes du sol** car la matière organique à décomposer et les habitats sont plus abondants. Cependant, dans ce sol de milieu boisé, la **texture sableuse limite drastiquement l'activité des vers de terre** creusant des galeries (vers anéciques et endogés).

Le pH acide et l'hydromorphie mise en évidence **limitent la palette végétale pour les systèmes agricoles** (pâturage et culture). Une **reconversion du sol** cultivé à un sol

arboré est envisageable sous certaines conditions, et ne doit pas avoir pour but d'être similaire au bois étudié, vu les conditions agro-pédologiques particulière. Un **léger chaulage** sur le sol cultivé est envisageable pour augmenter le pH et avoir un choix d'essences végétales plus important.



SAS Sol &co
2 avenue de la Forêt de Haye
54505 Vandœuvre-lès-Nancy cedex
contact@sol-et-co.com