

Analyse des potentialités agronomiques site de Royères (87)

Version de travail - Aout 2022

Version Finale 1 - Septembre 2022

Table des matières

Liste des figures	3
Liste des tableaux	3
I. Contexte de l'étude	4
II. Caractéristiques du site d'étude.....	5
II. 1. Occupation du site d'étude	5
II. 2. Géologie et pédologie	6
III. Analyses in-situ.....	8
III. 1. Principe.....	8
III. 2. Méthode.....	9
III. 3. Résultats	10
III. 3. A. Texture	10
III. 3. B. Analyses chimiques	13
IV. Synthèse	20
V. Bibliographie	21

Version provisoire

Liste des figures

Figure 1 : localisation du projet.....	4
Figure 2 : zonage du site d'étude	5
Figure 3 : à gauche implantation de la sapinière (source : remonterletemps.ign.fr), droite : sapinière en place sur le site.....	5
Figure 4 : prairie temporaire située dans la zone d'étude	6
Figure 5 : géologie du site d'étude	6
Figure 6 : pédologie du site d'étude (COURBE & DOURSENAUD, 2016).....	7
Figure 7 : aptitude agricole des sols de l'agglomération de Limoges.....	7
Figure 8 : localisation des prélèvements.....	9
Figure 9 : résultat des analyses granulométriques des échantillons (triangle de l'AISNE-FR).....	10
Figure 10 : développement racinaire du ray grass anglais (<i>Lolium perene</i>) à gauche et du trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i>) à droite, crédits photo : Wageningen University	11
Figure 11 : période du déficit en eau du sol du site d'étude.....	11
Figure 12 : pH des échantillons	13
Figure 13 : carte des pentes de la zone d'étude	14
Figure 14 : matière organique en attente d'épandage en bordure de la prairie	15
Figure 15 : taux de matière organique et C/N des échantillons.....	16
Figure 16 : phosphore des échantillons (P_2O_5) selon la méthode Olsen.....	17
Figure 17 : potassium échangeable des échantillons (K_2O)	18
Figure 18 : magnésium des échantillons (MgO).....	18

Liste des tableaux

Tableau 1 : classe de sensibilité à la battance.....	12
Tableau 2 : interprétation de la teneur en matière organique des sols	15
Tableau 3 : résultats d'analyses pour les oligo-éléments.....	19

I. Contexte de l'étude

La demande en énergie et en nourriture ne cesse de croître du fait de l'augmentation de la population. Plusieurs sources d'énergies existent. Parmi elles, les énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole) en produisent avec un bon rendement selon des modes d'exploitations connus. Cependant, leur consommation génère entre autres du carbone dans l'atmosphère sous forme de CO₂, un gaz à effet de serre. L'augmentation de la teneur de l'atmosphère en CO₂ constitue le facteur majeur du dérèglement climatique. La consommation d'énergie fossile ne peut donc pas répondre au double défi de l'accroissement de la production d'énergie et de l'efficacité climatique. En revanche, la production d'électricité photovoltaïque est un moyen de produire une électricité décarbonée. L'énergie provenant des centrales photovoltaïques pose cependant des problèmes : saturation du réseau, coût de raccordement élevé et intermittence de la source.

L'entreprise ZE ENERGY développe des projets solaires innovants répondant à ces défis par la construction de centrales photovoltaïques équipées de batteries permettant de stocker et de délivrer l'énergie produite.

ZE ENERGY projette de développer une centrale de ce type dans le département de la Haute-Vienne à Royères (87) (Figure 1). Conscient des enjeux en termes d'aménagement du territoire et de préservation des sols agricoles, ZE ENERGY a souhaité étudier les potentialités agricoles et agronomiques du site envisagé.

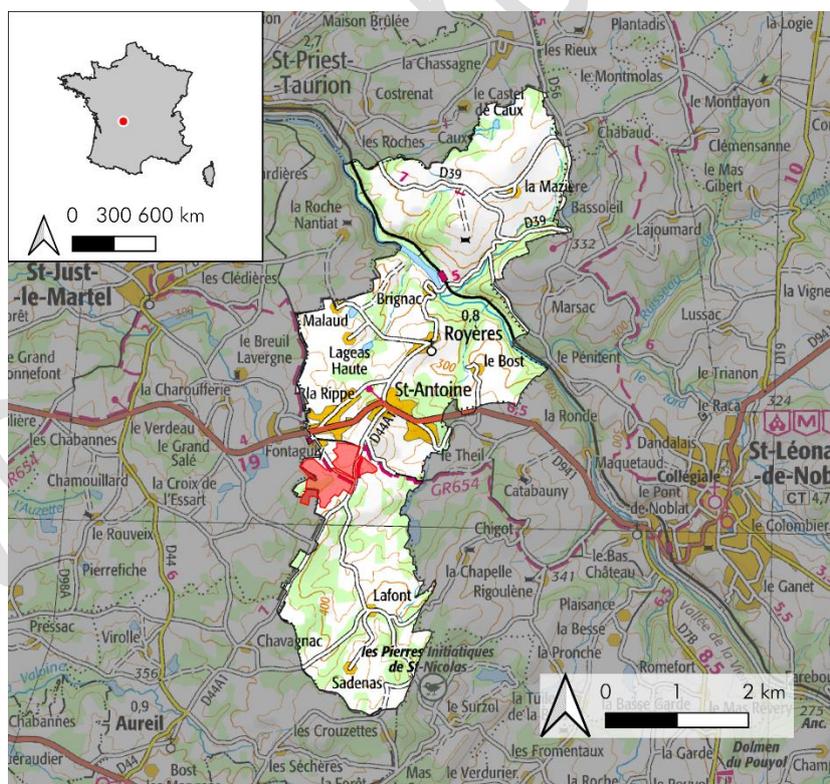


Figure 1 : localisation du projet

II. Caractéristiques du site d'étude

II. 1. Occupation du site d'étude

Le site d'étude est divisé entre des zones destinées à l'installation des panneaux (~36.3 ha) et des zones d'exclusion (~10.5 ha) (Figure 2).

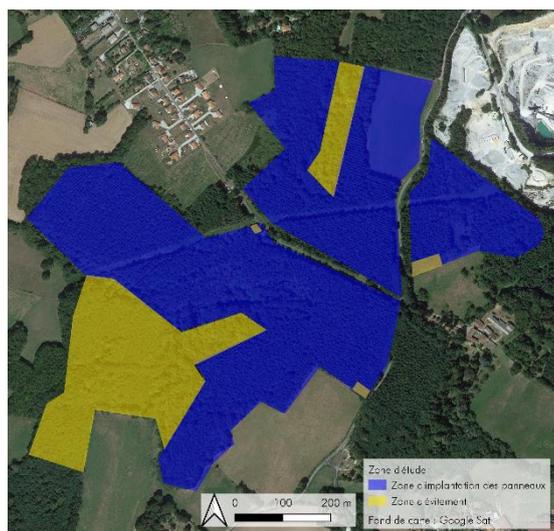


Figure 2 : zonage du site d'étude

La zone prévue pour recevoir des panneaux solaires est actuellement occupée par une sapinière, implantée dans les années 90 (entre 1992 et 1995 probablement, Figure 3) et une parcelle cultivée en prairie (dactyle et trèfle majoritairement) au Nord-Est (Figure 4).



Figure 3 : à gauche implantation de la sapinière (source : remonterletemps.ign.fr), droite : sapinière en place sur le site

Les résineux produisent une litière pauvre en azote et difficilement décomposable. Les eaux de pluies qui la traversent ont tendance à être plus acide qu'en forêt de feuillus. Les résineux sont donc connus pour être des espèces dites « acidifiantes » qui modifient baissent le pH du sol.



Figure 4 : prairie temporaire située dans la zone d'étude

II. 2. Géologie et pédologie

La zone d'étude repose sur des roches métamorphiques (métatéxites) et plutoniques (granite)(Figure 5). Leur altération forme généralement des sables grossiers, siège du développement des sols du site d'étude.

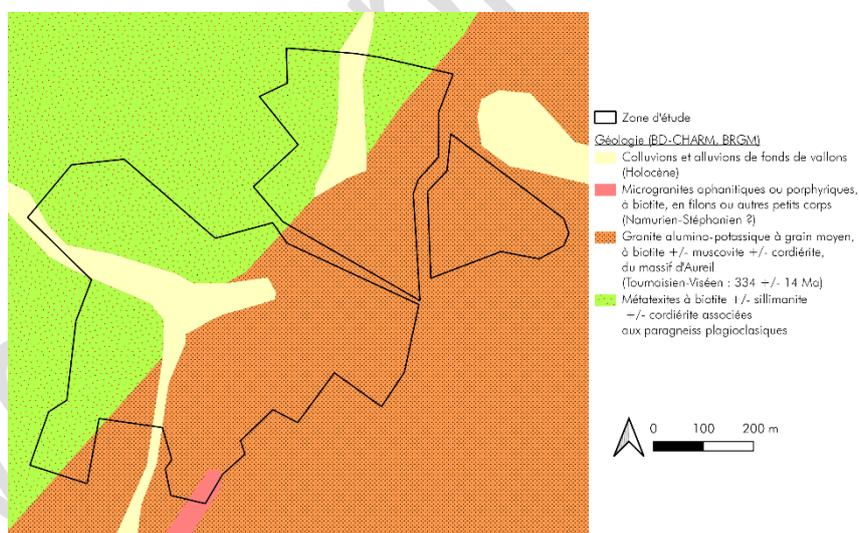


Figure 5 : géologie du site d'étude

Le site d'étude se situe sur deux ensembles pédologiques où les brunisols sont majoritaires (Figure 6), sans que la délimitation spatiale de ces sols soit disponible.

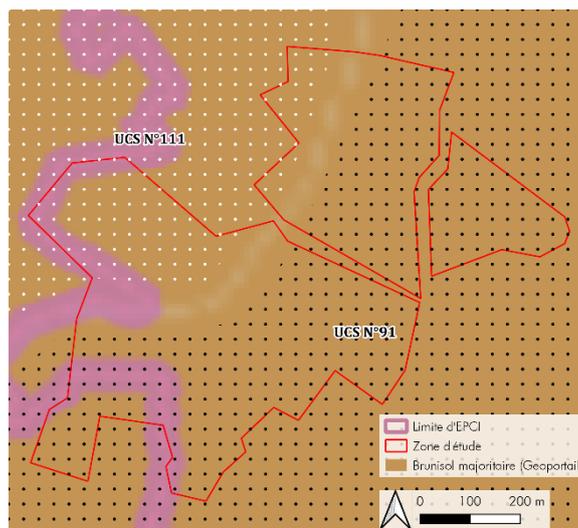


Figure 6 : pédologie du site d'étude (COURBE & DOURSENAUD, 2016)

L'aptitude agricole des sols du site d'étude (expression du potentiel agronomique défini d'après la texture, la profondeur du sol et la charge en cailloux, limitée par les contraintes agronomiques c'est-à-dire la fertilité, le travail du sol et l'excès d'eau) ont été publiées à l'échelle du SCoT de l'Agglomération de Limoges (Figure 7).

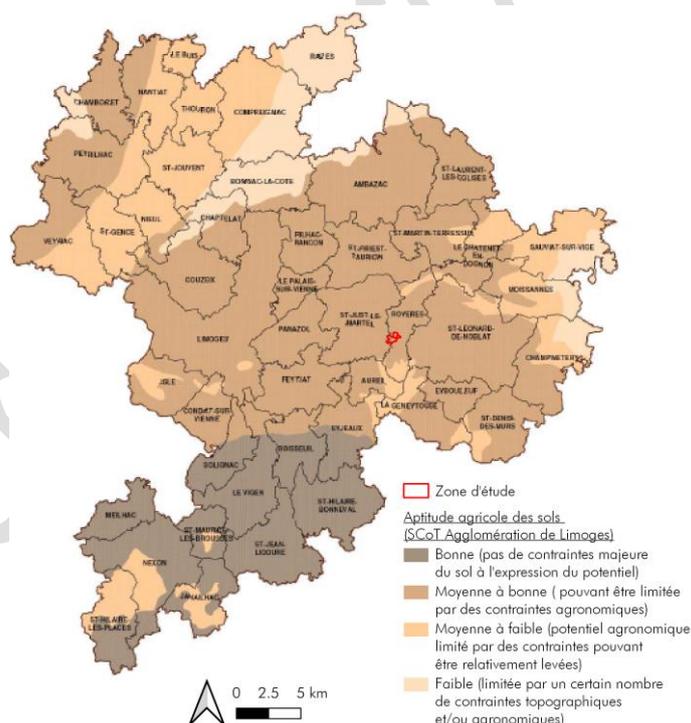


Figure 7 : aptitude agricole des sols de l'agglomération de Limoges

Des informations sur la pédologie et les potentiels agronomiques du site sont disponibles mais à une large échelle ne permettant pas de conclure sur les potentialités réelles du site d'étude. Pour obtenir des informations à l'échelle de la parcelle et analyser ses potentialités agronomiques des analyses de sol issu de la zone d'étude sont nécessaires.

III. Analyses in-situ

III. 1. Principe

Les plantes ont différents besoins pour assurer leur croissance : de l'eau, des éléments minéraux, d'une épaisseur de sol suffisante pour permettre leur ancrage au sol. Le sol a donc plusieurs fonctions : support du système racinaire et des interventions culturales, participation à la nutrition hydrique et minérale. Au-delà de certains niveaux, les caractéristiques physiques du sol peuvent limiter la croissance des végétaux et devenir des contraintes pour la mise en culture. Quatre critères peuvent ainsi être cités :

- Le comportement du sol vis-à-vis de l'eau
 - Au travers de la réserve utile qui constitue l'eau du sol disponible pour les plantes :
 - Par le biais de la texture des sols : plus un sol présente un pourcentage d'éléments fins important plus l'eau disponible pour les plantes sera importante ;
 - Par le biais de la profondeur : pour une même texture, plus un sol est profond plus sa réserve en eau est grande ;
 - Au travers de l'asphyxie des sols
 - Un sol présentant un excès d'eau limite les échanges gazeux entre le sol et les racines et modifie l'activité biologique. Un déficit en oxygène prolongé empêche le développement des racines pour la plupart des espèces cultivées¹ ;
- Les obstacles à l'enracinement
 - L'origine peut être intrinsèque au sol comme une couche d'argile imperméable ou l'apparition d'une roche mère inexploitable pour les racines à faible profondeur ;
 - Plus l'obstacle apparaît tôt dans le profil, plus l'épaisseur exploitable pour les racines est faible, le sol exploitable est dit superficiel et la plante exprimera moins bien son potentiel. Certaines cultures peuvent même être déconseillées ;
- La « périodicité »
 - Plus un sol est caillouteux plus sa réserve en eau diminue ;
 - Plus un sol est caillouteux, plus il est difficile à travailler. C'est en particulier vrai pour les cailloux qui ne peuvent être broyés facilement par le matériel comme les calcaires tendres. Le matériel lui-même est alors abîmé et sa réparation peut s'avérer un poste important de dépense ;
 - Plus un sol est caillouteux, plus les racines rencontrent d'obstacles à leur progression ;
 -

¹ Le riz ne rentre pas dans cette catégorie par exemple.

- La structure
 - Une bonne structure qui n'a pas pris en masse ou qui n'est pas trop friable, permet de maintenir une bonne porosité assurant une circulation de l'eau et un développement des racines optimal ;
 - Un défaut de structure peut impacter les semis et donc la levée des plantes. C'est le cas des croûtes de battance (formation d'une croûte de surface qui réduit l'infiltration et les échanges gazeux), la prise en masse des sols argileux, les semelles de labour, ... ;
 - Une texture équilibrée permet plus facilement de gérer le sol afin d'avoir une bonne structure, facile à travailler pour les engins agricoles. Un sol argileux est par exemple très plastique et collant en condition humide, donc difficile à travailler, un sol sableux est sensible à l'érosion.

III. 2. Méthode

Afin d'identifier les contraintes et le potentiel agronomique des parcelles, 5 analyses de sol, effectuées à 5 zones différentes ont été conduites le 16/05/2022 et le 5/06/2022 (Figure 8). Chaque échantillon envoyé à l'analyse est un prélèvement composite formé à partir de 10 à 11 échantillons de sol prélevés dans les 20 premiers cm de sol à la tarière à main. Le laboratoire AUREA a réalisé les analyses physico-chimiques.

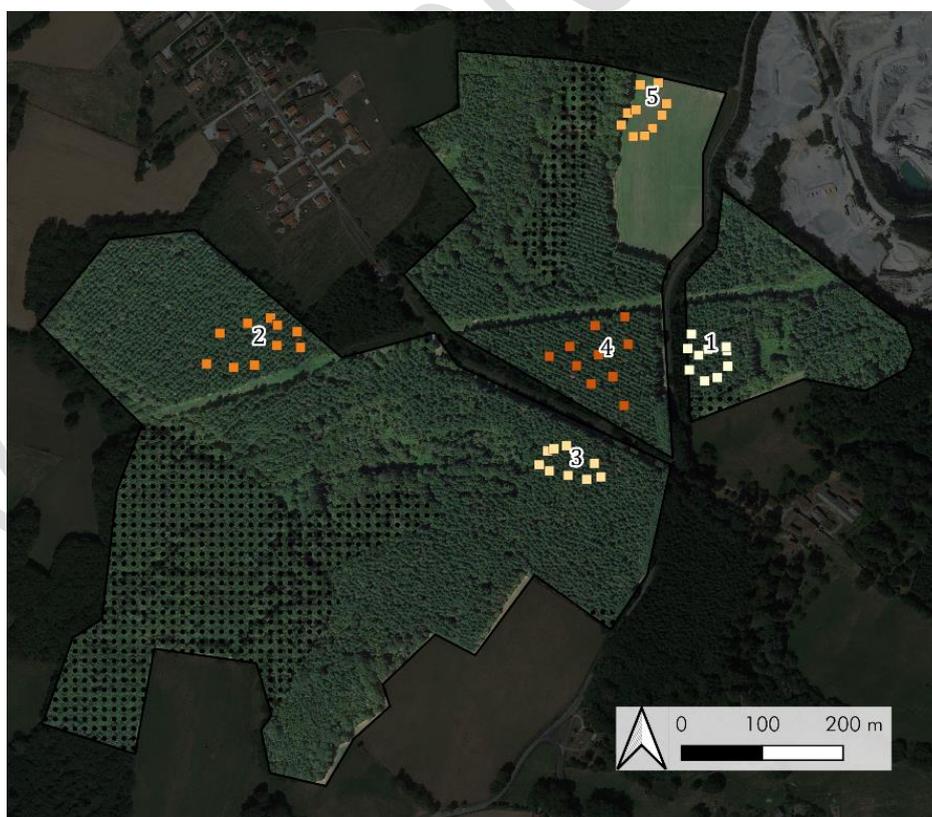


Figure 8 : localisation des prélèvements

III. 3. Résultats

Les résultats présentés par la suite décrivent les résultats obtenus pour les échantillons 1, 3 et 5. Le rapport sera complété par la suite avec les résultats des échantillons 2 et 4.

III. 3. A. Texture

III. 3. A. i. Analyse granulométrique

Les échantillons présentent des textures ayant une dominante sableuse (sablo-limoneuse, sablo-argileuse ou sablo-argilo-limoneuse) (Figure 9), ce qui laisse envisager une faible réserve utile et un sol qui retient peu les éléments nutritifs.

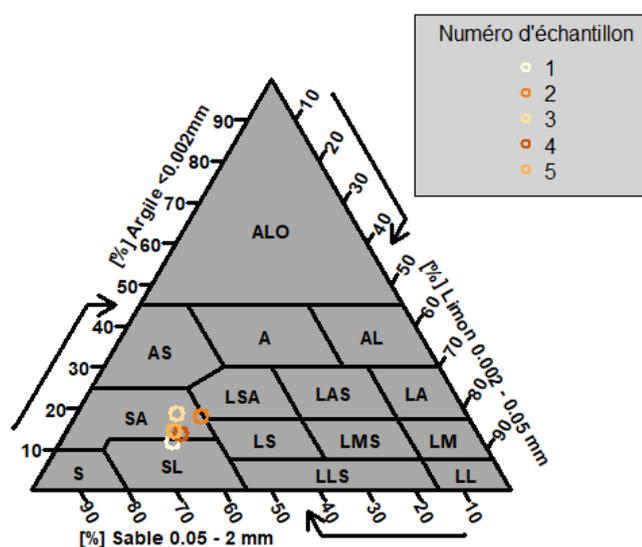


Figure 9 : résultat des analyses granulométriques des échantillons (triangle de l'AISNE-FR)

III. 3. A. ii. Réserve utile

La réserve facilement utilisable (RFU) des échantillons de sol varie entre 28 à 31 mm/30cm avec une moyenne de 29.4 mm (écart-type : 1.3).

Le site d'étude comporte une prairie au Nord-Ouest. L'échantillon n°5 y a été réalisé sur les 30 premiers cm. L'observation du développement racinaire n'a cependant pas pu être correctement évalué en l'absence de fosse d'observation. Un mélange prairial couramment employé type ray-grass anglais et trèfle blanc montre que le développement des racines est maximal sur les premiers 60 cm du sol en conditions optimale (Figure 10). Si le sol du site atteint cette profondeur, une prairie de ce type aura donc à sa disposition en sortie d'hiver entre 56 et 62 mm d'eau facilement utilisable dans le sol.

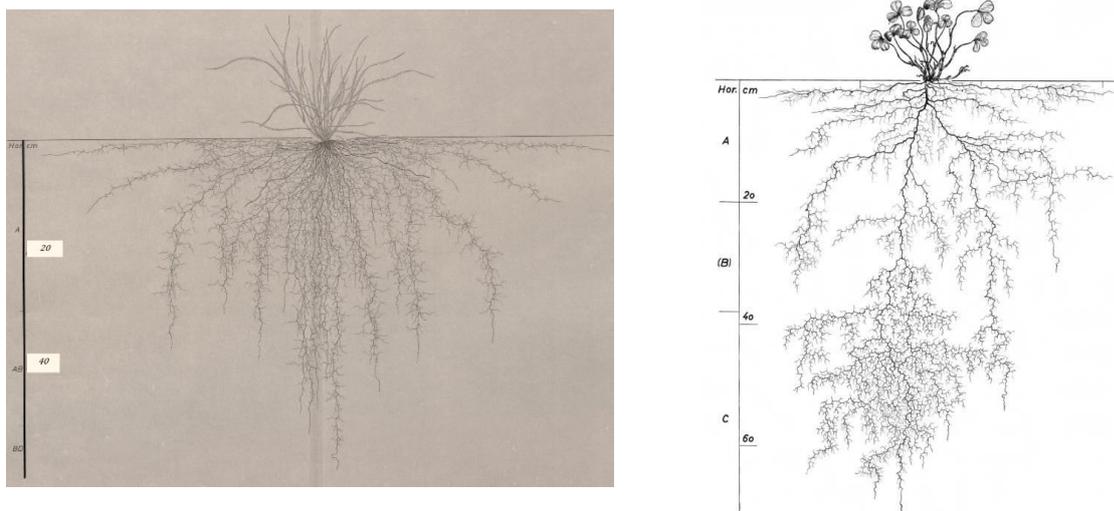


Figure 10 : développement racinaire du ray grass anglais (*Lolium perene*) à gauche et du trèfle blanc (*Trifolium repens*) à droite, crédits photo : Wageningen University

En considérant une réserve facilement utile de 60 mm, les caractéristiques climatiques relevées à la station météo de Limoges (Météo France, 2020) permettent d'estimer grossièrement la période où le sol est déficitaire en eau, c'est-à-dire du mois de Juin à Septembre (Figure 11).

Cette période est aussi celle des besoins maximums en eau pour le maïs et les autres cultures de printemps. Ce genre de culture est donc fortement déconseillé sans irrigation. Les céréales à pailles semblent plus adaptées au contexte du site, sauf en cas de sécheresse printanière.

Les prairies ont des besoins hydriques sensiblement identiques à la valeur de l'évapotranspiration potentielle (ETP), présentes sur l'ensemble de l'année, vont subir la sécheresse estivale et répondre par une baisse de la production de matière sèche (feuilles et racines) et une baisse de la fixation d'azote pour les légumineuses. La qualité du fourrage est aussi affectée mais de façon variable selon les caractères observés (teneur en sucre et en azote par exemple). La demande climatique des prairies sera cependant moins importante durant les quelques semaines après la coupe, où la surface foliaire est réduite (Durand, 2007).

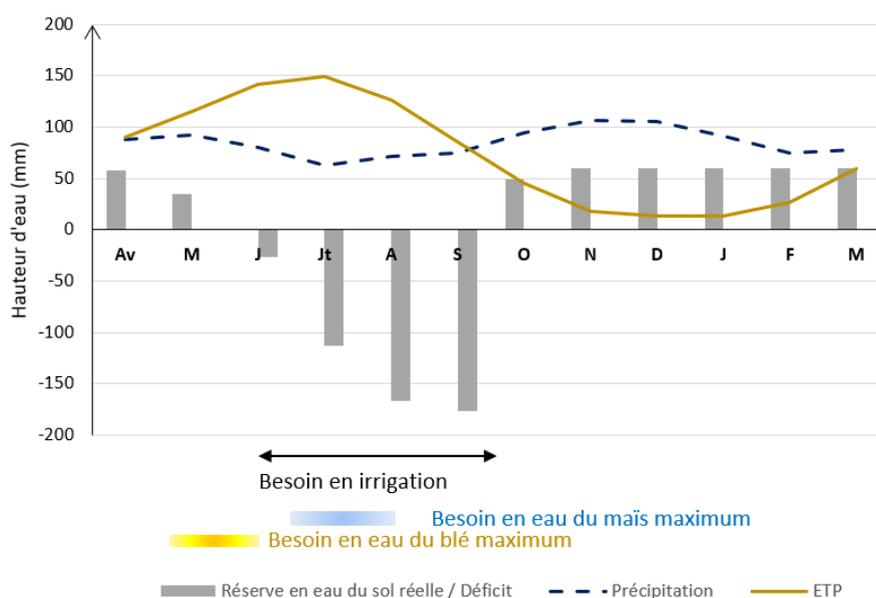


Figure 11 : période du déficit en eau du sol du site d'étude

Les sols sont à dominante sableuse, plutôt filtrants. Suivant le type de culture envisagée et les rendements objectivés, la mise en place d'une irrigation peut être nécessaire. Ces installations sont coûteuses pour l'exploitation et obligera l'agriculteur à amortir son projet en privilégiant les cultures de printemps à forte marge brute (maïs irrigué notamment). L'accès à l'eau peut être également difficile compte tenu des contraintes techniques (présence d'eau à un débit suffisant), financières (coût d'une installation d'irrigation élevée) et administratives (accord de la police de l'eau, autorisation de forage, pompage etc...).

III. 3. A. iii. Battance

Les résultats des analyses granulométriques permettent d'estimer une sensibilité à la battance. La battance désigne la dégradation de la structure du sol en surface sous l'influence des précipitations avec un colmatage hydrique. Le résultat est une usure des mottes et la formation d'une "croûte de battance" difficile à traverser par l'eau, l'air ou les jeunes plantules qui viennent de germer. Le sol est d'autant plus sensible à la battance que sa teneur en limons est plus importante. Un indice IB traduit la sensibilité du sol à la battance (Équation 1) :

Équation 1 : sensibilité à la battance selon Rémy et Marin-Lafèche, 1974

$$IB = (1.5 \times \text{Limon Fin}) + (0.75 \times \text{Limon Grossier})$$

$$(\text{Argile}) + (10 \times \% \text{ Matières Organique})$$

Tableau 1 : classe de sensibilité à la battance

INDICE DE BATTANCE	APPRECIATION
>2,0	Sol très battant
2,0>IB>1,8	Sol battant
1,8>IB>1,6	Sol assez battant
1,6>IB>1,4	Sol peu battant
IB<1,4	Sol non battant

L'indice de battance des 5 échantillons est inférieur à 0.7. Le sol sont donc considérés comme non battants (Tableau 1).

L'indice de battance des échantillons caractérise un sol non battant.

III. 3. B. Analyses chimiques

III. 3. B. i. Le pH

Le pH est un nombre sans unité, compris entre 0 et 14, qui caractérise le statut acido-basique du sol. Sa valeur implique des modifications des propriétés chimiques, biologiques et physiques du sol.

Les échantillons montrent un pH relativement homogène, compris entre 5 et 5.8 (Figure 12). Cette valeur est défavorable pour la culture puisqu'il y a risque de toxicité aluminique pour certaines cultures qui y pousseront. D'après ARVALIS, cette toxicité se manifesterait par des racines plus courtes et peu ramifiées, explorant donc un volume de sol plus faible ce qui implique de plus faibles réserves d'eau et d'éléments nutritifs à disposition des plantes. L'orge, les légumes ou les espèces fourragères telles que la luzerne, le ray-grass et le dactyle sont par exemple très sensibles à cette toxicité.

D'autre part, cette gamme de pH est défavorable à la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes, les carences en certains éléments sont plus fréquentes dans ce genre de sol.

Les pH acides sont défavorables à la vie microbienne du sol. Cette dernière est un acteur essentiel de la dégradation de la matière organique (MO) en matière minérale (NO_3^- , PO_4^{3-} , K^+ ...) assimilable par les plantes. Aux valeurs indiquées par l'analyse, la matière organique risque de s'accumuler et de retenir les nutriments qu'elle contient.

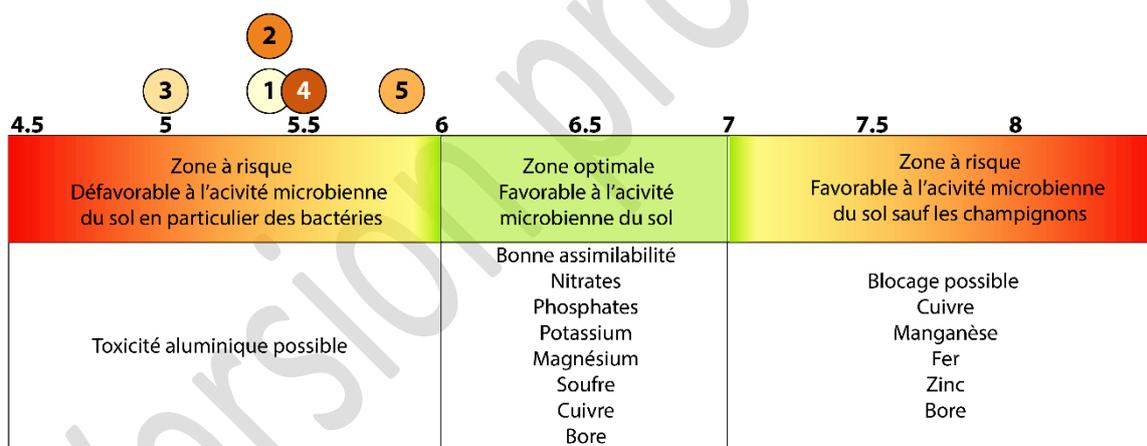


Figure 12 : pH des échantillons

Le pH est aussi un des facteurs de la stabilité structurale des sols. Combiné à la faible teneur en argile des sols observés, le pH bas relevé empêche la formation d'agrégats stables. En l'absence de végétation l'action des gouttes de pluie va facilement entraîner les particules les plus grossières. Les sols sableux sont donc considérés à forte détachabilité (Le Bissonais et al., 2002) et donc assez sensible à l'érosion des sols. L'occupation du sol actuelle, en forêt et en prairie, permet une action protectrice vis-à-vis de l'action de la pluie. Malgré la topographie du site qui présente localement des pentes fortes pouvant atteindre plus de 19°, aucune trace d'érosion des sols n'a été relevée sur le terrain (Figure 13).

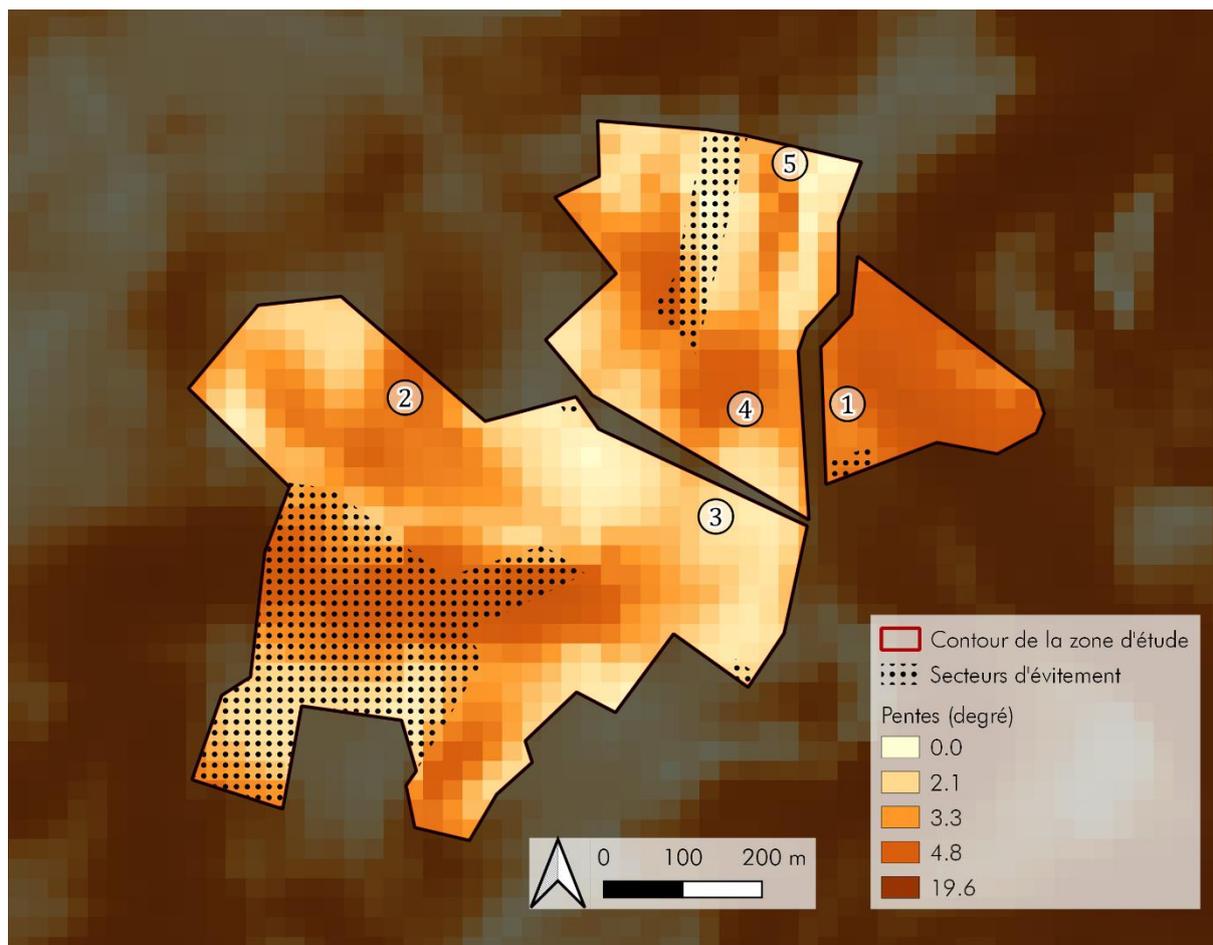


Figure 13 : carte des pentes de la zone d'étude

La remontée du pH de ce sol nécessite un chaulage de redressement pour éviter l'excès d'acidité, préjudiciable aux cultures. L'échantillon 5, prélevé dans une prairie temporaire, présente un pH relativement plus important que les autres, ce qui est probablement la résultante d'un chaulage effectué sur cette parcelle.

La capacité d'échange cationique (CEC) donne une bonne idée du pouvoir tampon du sol. En fonction de cette dernière et des valeurs objectifs de pH pour une culture, il est possible de déterminer l'apport nécessaire en chaux.

Quelque soit la culture envisagée par la suite, il est conseillé de chauler avec 1000 kg CaO/ha. Cet apport réalisé de la dolomie, relevé à 29 €/t (<https://cereapro.com/>, juillet 2022², valeur neutralisante de 52), conduirait à une dépense grossièrement évaluée à 2 024 €/an. Ce produit apporte en plus du magnésium, important pour les cultures.

Le pH présente une valeur faible, avec un risque de blocage de la vie biologique du sol et de la dégradation de la MO, une structure du sol fragile et donc un sol sensible vis-à-vis du passage des engins agricoles et de l'érosion et une toxicité aluminique probable.

² Les prix des matières est hautement variable selon leur disponibilité, le moment de la commande et le lieu de livraison demandé. Ces valeurs sont fournies à titre indicatives.

III. 3. B. ii. La matière organique

La matière organique joue un rôle important dans le fonctionnement physique, chimique et biologique du sol :

- Elle améliore la cohérence des éléments structuraux par la possibilité de formation d'agrégats permettant le développement d'une bonne porosité. Cette dernière favorise les circulations d'air et d'eau dans le sol ;
- Elle favorise la rétention en eau utile, en retenant 15 fois son propre poids en eau ;
- Elle participe au stockage réversible des éléments nutritionnels, formant le 1^{er} réservoir d'éléments nutritifs (Azote, Phosphore, Potassium, Soufre) ;

Un sol bien pourvu en matière organique offrira un milieu bien plus favorable au développement des cultures et moins sensible aux aléas climatiques.

La teneur en matière organique des échantillons prélevés varie de 30 à 38 ‰, ce qui indique des sols bien pourvus en matière organique (Tableau 2). L'échantillon 5 montre une valeur plus importante, liée probablement aux pratiques culturales de fertilisation par du fumier (Figure 14).

Tableau 2 : interprétation de la teneur en matière organique des sols

TENEUR EN MO	INTERPRETATION	
MO < 14 ‰	Sol très pauvre en matière organique	
14 ‰ ≤ MO < 20 ‰	Sol pauvre en matière organique	
20 ‰ ≤ MO < 30 ‰	Argile < 22%	Sol bien pourvu en matière organique
	22% < ARG. < 30% (Ou teneur en argile inconnue)	Sol moyennement pourvu en matière organique
	Argile > 30%	Sol pauvre en matière organique
30 ‰ ≤ MO < 40 ‰	Sol bien pourvu en matière organique	
MO ≥ 40 ‰	Teneur élevée en matière organique	

(Source : programme d'interprétation LANO/CA de Basse Normandie)



Figure 14 : matière organique en attente d'épandage en bordure de la prairie

Cependant, l'évolution de la matière organique est aussi importante à considérer. Le rapport C/N renseigne sur le degré d'évolution de la matière organique et de l'activité biologique. Pour un rapport inférieur à 8, les matières organiques sont vite consommées, en dessus de 10, les matières organiques

sont mal dégradées, elles s'accumulent ne participent plus suffisamment à l'alimentation en éléments nutritifs des plantes.

En croisant cette information avec la quantité de matière organique présente dans chaque échantillon, il apparaît que l'échantillon prélevé au sein de la parcelle cultivée est situé dans la zone optimale pour ces deux critères. En revanche, les 4 autres prélèvements présentent plutôt une mauvaise dégradation des matières organiques (Figure 15). Cet état est plutôt à relier avec le faible pH et la faible activité biologique du sol. Les façons culturales pourraient y remédier (amendement calcique comme vu auparavant) et décompactage superficiel.

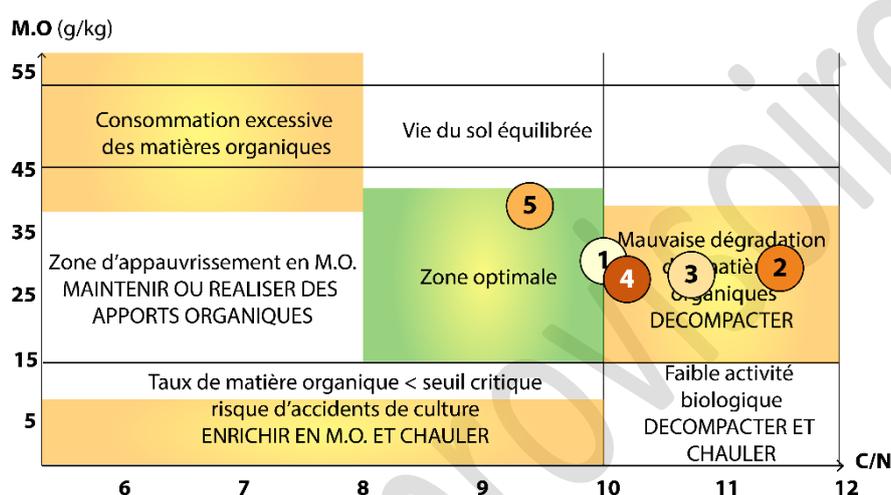


Figure 15 : taux de matière organique et C/N des échantillons

Le sol analysé présente une gamme correcte de matière organique, mal dégradée sous sapinière, bien dégradée dans le cas de la parcelle en prairie.

III. 3. B. iii. Les éléments nutritifs

Le phosphore (P)

Le phosphore est un élément majeur de la croissance des plantes. Il intervient dans les transferts d'énergie, entre dans la composition des protéines et de l'ADN. Les plantes présentent différents degrés de sensibilité à la déficience en potassium. Le blé tendre présente une exigence faible vis-à-vis de cet élément, les graminées fourragères une exigence moyenne, le colza et la luzerne une exigence forte.

Il existe plusieurs méthodes d'analyse du phosphore. La méthode Olsen, utilisée par le laboratoire AUREA, présente l'avantage de se rapprocher de la valeur du phosphore disponible pour les plantes (ARVALIS, 2020).

Les échantillons montrent des teneurs en phosphore correctes vis-à-vis du besoin des plantes pour les échantillons 3, 4 et 5 (Figure 16) et pourraient même ne pas être fertilisés en phosphore pour une mise en culture de prairie par exemple. Les échantillons 1 et 2 présentent des valeurs plus faibles. Le laboratoire AUREA conseille une fumure de 45 kg P/ha au minimum pour combler les exportations de ce type de culture. Pour l'échantillon 2 ayant la teneur la plus faible, il est conseillé d'apporter 110 kg P/ha. Avec un prix de 2.44 €³ l'unité de P minérale (<https://cereapro.com/>, juillet 2022) pour de l'engrais type Super 18 (0, 18, 0), la dépense pour la totalité de la zone à mettre en culture pourrait s'élever entre 4 000 et 9 800 €.

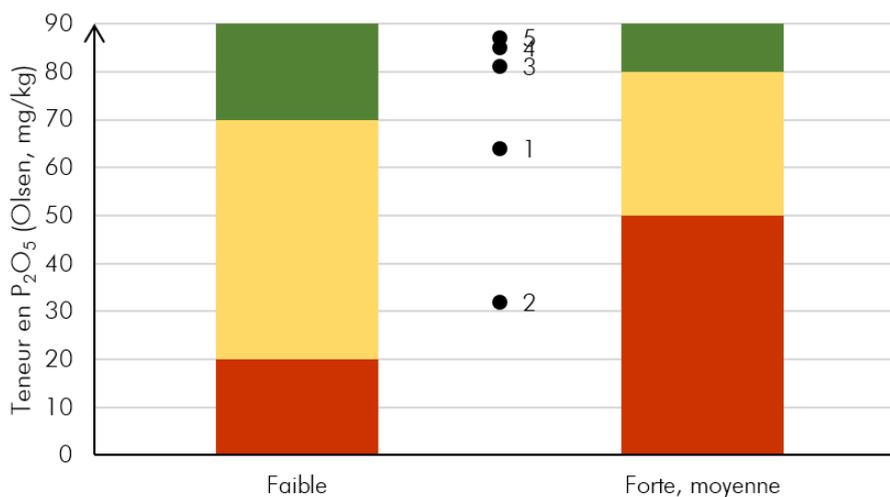


Figure 16 : phosphore des échantillons (P₂O₅) selon la méthode Olsen

Les valeurs seuils indiquées correspondent à la classe texturale limon sableux pour le Centre-Limousin (COMIFER, 2019)

Le potassium (K)

Le potassium est un élément majeur nécessaire à la croissance des plantes, surtout en début de cycle. Il intervient en particulier dans les mécanismes de régulation de la perte d'eau chez les plantes. Tout comme pour le phosphore, les plantes présentent différents degrés de sensibilité à la carence en potassium.

Les échantillons montrent des teneurs en potassium nécessitent une fertilisation d'entretien pour combler les besoins des plantes à exigences faibles (blé tendre et blé dur, tournesol, ...) et une fertilisation de redressement serait plus adaptée pour combler les besoins à besoins moyens (colza, maïs fourrage et grain, luzerne, cultures fourragères, ...)(Figure 17).

Les conseils de fertilisations pour une prairie temporaire sont de 200 kg K/ha. Avec un prix de 1.47 €⁴ l'unité de K minérale (<https://cereapro.com/>, juillet 2022) sous forme chlorure de potassium, la dépense totale pour la fertilisation potassique de l'ensemble serait de 10 672€.

^{3,4} Les prix des matières est hautement variable selon leur disponibilité, le moment de la commande et le lieu de livraison demandé. Ces valeurs sont fournies à titre indicatives.

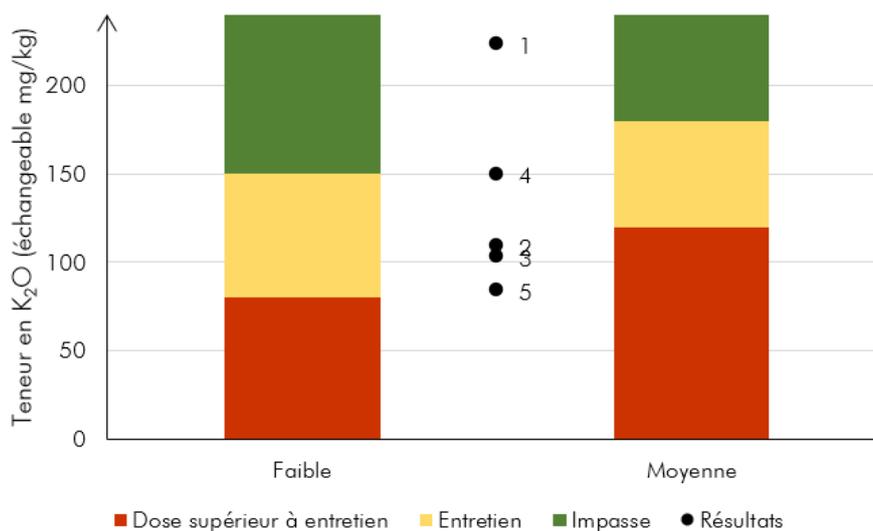


Figure 17 : potassium échangeable des échantillons (K₂O)

Les valeurs seuils indiquées correspondent à la classe texturale limon sableux pour le Centre-Limousin (COMIFER, 2019)

Le magnésium (Mg)

Le magnésium est un élément essentiel pour plantes en particulier pour la réalisation de la photosynthèse. Les besoins des plantes pour cet éléments sont néanmoins faibles de l'ordre de 30 kg MgO/ha. Les situations de carences pour le magnésium sont rares.

Les échantillons présentent tous ainsi des teneurs en magnésium globalement correctes hormis pour l'échantillon 3 (Figure 18). L'apport de dolomie au niveau nécessaire pour couvrir améliorer l'état calcique et améliorer le pH couvrirait largement des exports d'une prairie de fauche estimés à 10 kg/ha (rendement de 4t/ha, apport de plus de 300 kg/ha avec la dolomie).

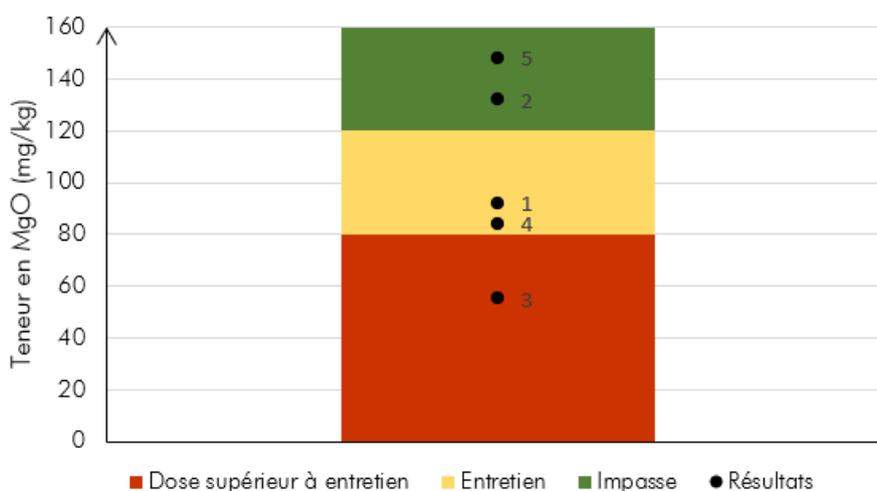


Figure 18 : magnésium des échantillons (MgO)

Les valeurs seuils indiquées sont fournies par le laboratoire AUREA

Oligo-éléments

Les oligo-éléments sont absorbés à des doses infimes par les plantes mais sont toutefois essentiels à leur croissance. La sensibilité aux carences dépend des cultures. Les caractéristiques du sol (pH, teneur en MO, texture, ...) ou les pratiques agricoles (chaulage, utilisation de variétés de cultures plus sensibles aux carences, ...) peuvent modifier la biodisponibilité des oligo-éléments pour les cultures et faire augmenter les risques de carence. Dans le cas des échantillons analysés, la texture sableuse réduit la biodisponibilité du Bore.

Un apport de bore, zinc et cuivre serait donc nécessaire que de nombreuses cultures puissent exprimer leur rendement (Tableau 3).

Tableau 3 : résultats d'analyses pour les oligo-éléments

	Valeurs seuils (mg/kg)	Echantillons			Conséquence
		1	3	5	
Zinc EDTA	2.5	1.2	2.3	3	Apport nécessaire pour une culture de maïs ou de lin
Manganèse EDTA	16	21	30.7	18.9	Sol assez pourvu, pas d'apport nécessaire
Cuivre EDTA	2	1.3	2.2	2.3	Apport nécessaire pour une culture de blé, orge ou maïs
Fer EDTA	22.5	93.2	137	123.2	Sol assez pourvu, pas d'apport nécessaire
Bore eau bouillante	0.4	0.16	0.2	0.25	Apport nécessaire pour une culture de colza, tournesol, betterave, pomme de terre ou féverole

D'autre part, les carences en soufre sont régulièrement observées sur les céréales à pailles en sols sableux.

Le sol analysé présente des teneurs généralement satisfaisantes en phosphore, un peu faible en potassium et en magnésium. Une fumure est à prévoir pour ces 3 éléments. Un apport d'oligo-éléments peut aussi se révéler nécessaire (Zinc, Cuivre, Bore).

IV. Synthèse

Atouts et contraintes du sol pour une utilisation agricole

- Réserve utile assez faible : contrainte forte sur la disponibilité en eau **potentiel pour les cultures de printemps ou d'été limité sans irrigation**, perte de rendement possible sur les cultures d'hiver avec les sécheresses précoces ;
- Sol non battant et avec une faible stabilité structurale, facilement érodable, **conserver une couverture de sol en hiver si possible en favorisant les cultures d'automne** ou implanter une culture intermédiaire ;
- Risque de lixiviation des éléments fertilisants (NO_3^- en particulier) et de lessivage des particules fines (argiles, MO soluble, calcium) élevé ;
- Dynamique de la matière organique globalement à améliorer, **apport de matière organique nécessaire surtout en cas de rotation céréalière avec pailles exportées** ;
- Sol à réchauffement et ressuyage rapide, facile à travailler et en toutes période ;
- Amendement calcique régulier et important à effectuer apport P et K annuel au plus proche du besoin des cultures.
- Apport en oligo-éléments et en soufre à ajuster en cas de cultures en rotation.

Version provisoire

V. Bibliographie

- ARVALIS. (2020). interprétation de l'analyse de terre pour les grandes cultures et les prairies temporaires. Guide pratique. ARVALIS.
- BRGM. (2019). Cartes géologiques départementales à 1/50 000—BD CHARM 50 [Données]. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/cartes-geologiques-departementales-a-1-50-000-bd-charm-50/>
- COMIFER. (2019). La fertilisation P - K - Mg Les bases du raisonnement (p. 40).
- COURBE, C., & DOURSENAUD, S. (2016). Référentiel Régional Pédologique du Limousin : Département de la Haute-Vienne (N° 25087). Chambre d'agriculture de la Haute-Vienne. <https://www.geoportail.gouv.fr/>
- Durand, J.-L. (2007). Les effets du déficit hydrique sur la plante : Aspects physiologiques. 37-46.
- ecoSave. (2006). SCoT de l'agglomération de Limoges—Etude environnementale—Diagnostic thématique n°4 : Sols et Sous-sols. https://www.siepal.fr/files/siepal/contenus/pdf/etudes/SCOT%202011/diag_SCoT2011_envir5.pdf
- Le Bissonais, Y., Thorette, J., Bardet, C., Daroussin, J., & Sigmap. (2002). L'érosion hydrique des sols en France.
- Météo France. (2020). Données climatiques à la station de Limoges. MétéoFrance. <http://www.meteofrance.com/climat/france/tours/37179001/normales>