

# Entre vallée et coteau : Cartographie, pH et granulométrie des sols du château de la Bourdaisière

## Enseignement

Module 5 - EP1 - Projets Tutorés - L2 et L3 CPES STES

2025/2026



Encadrants : Sébastien Salvador-Blanes, Nicolas Toutain

**Billy-Beauté Laure, Bouttier Nessyle, Champeau Ewen, Méline-Thyrion Hugo, Voica Radu**

## Tables des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>I. Présentation géographique du site du Parc de la Bourdaisière.....</b>	<b>6</b>
1.1 Occupation du sol et végétation.....	6
1.2 Contexte géologique.....	7
1.3 Topographie.....	10
<b>II. Matériel et méthodes.....</b>	<b>11</b>
2.1 Analyse granulométrique d'un sol de la forêt.....	11
2.1.1 Zone d'étude du sol étudié.....	11
2.1.2 Protocole d'analyse granulométrique : préparation des échantillons.....	12
2.1.3 Mesures au micro-granulomètre laser.....	14
2.1.4 Exploitation des résultats des mesures du microgranulomètre laser.....	16
2.2 Cartographie.....	16
2.2.1 Méthodologie de sondage.....	17
2.2.2 Analyse des horizons de sols.....	18
2.3 Analyse du pH de la zone cultivée.....	19
2.3.1 Plan d'échantillonnage et prélèvement des échantillons.....	20
a) Zone cultivée.....	20
b) Transect zone acide.....	21
c) Transect forêt.....	22
2.3.2 Protocole analyse pH.....	23
a) Préparation des échantillons pour analyse.....	23
b) Matériel et analyse des échantillons.....	23
2.4 SIG.....	24
<b>III. Résultats et discussion.....</b>	<b>25</b>
3.1. L'analyse granulométrique.....	25
3.1.1 Fraction granulométrique pour chaque horizon.....	26
3.1.2 Granulométrie des horizons.....	27
3.1.3 Discussion sur l'origine des sables.....	29
3.2. Les sols du Parc.....	31
3.2.1 Anthrosol.....	32
3.2.2 Brunisols.....	34
a) Brunisol sableux issu de sables éoliens, épaisseur sable > 60 cm.....	34
b) Brunisol sableux épaisseur sable < 60 cm.....	35
c) Brunisol argileux épais.....	35
3.2.3 Calcisol issu de c3c.....	36
3.2.4 Planosol sédimorphe.....	36
3.2.5 Colluviosols.....	37

a) Colluviosol carbonaté sableux moyennement épais.....	38
b) Colluviosol carbonaté sableux épais.....	38
3.1.6 Brunisol luvique issu d'alluvions anciennes.....	39
3.2.7 Carte des sols du domaine de la Bourdaisière.....	39
3.3. La zone cultivée.....	40
3.3.1 pH de la zone cultivée.....	41
3.3.2 pH de la zone neutre.....	43
3.3.3 pH du transect forêt.....	44
<b>Conclusion.....</b>	<b>46</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>46</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>47</b>

## **Remerciements**

Nous souhaitons remercier M. Nicolas Toutain, jardinier en chef du parc de la Bourdaisière, de nous avoir permis de pouvoir travailler dans ce magnifique domaine, M. Sébastien Salvador-Blanes pour nous avoir accompagné dans ce projet, ainsi que M. Jean-Paul Bakyono et Mme Isabelle Pene-Galland, membres du GéHCO, qui nous ont apporté leur précieuse aide. Nous remercions aussi les anciens membres du projet Bourdaisière de l'année dernière, ainsi que les étudiants de Master.

## **Introduction**

Le sol constitue une interface entre l'atmosphère, la lithosphère, la biosphère et l'hydrosphère. Il résulte de l'altération de la roche mère et de l'incorporation de matière organique issue de la décomposition d'éléments végétaux et animaux. À ce titre, l'étude des sols du Château de la Bourdaisière s'inscrit dans une démarche de gestion durable des espaces cultivés, en lien avec les enjeux de transition écologique.

Dans le cadre du module projet tutoré de la licence du Cycle Pluridisciplinaire d'Études Supérieurs (CPES) mention Science de la Transition Écologique et Sociétale de l'Université de Tours, une équipe de cinq étudiants de deuxième et de troisième année : Laure, Nessyle, Hugo, Ewen et Radu ont réalisé un projet au château de la Bourdaisière, dans le village de Montlouis-sur-Loire dans la région Centre Val de Loire, de septembre 2025 à janvier 2026. Ce projet s'inscrit dans la continuité du rapport de 2024-2025 rédigé par un groupe d'étudiants de CPES dans le cadre du même module. Ce travail a été encadré par Sébastien Salvador-Blanes, enseignant-chercheur en pédologie à l'Université de Tours ainsi que par Nicolas Toutain, jardinier-chef du domaine du château de la Bourdaisière.

L'objectif de ce projet est d'approfondir les connaissances pédologiques sur le site du château de la Bourdaisière afin d'apporter des informations utiles pour la gestion de l'espace par les jardiniers et de sensibiliser à l'importance des sols. Ainsi, durant ce semestre, nous avons tenté de répondre à différentes questions concernant le sol du site d'étude. Tout d'abord, M. Toutain souhaitait en savoir davantage concernant le pH des sols cultivés, cela a été l'une de nos pistes de travail. De plus, nous avions pour objectif de définir plus précisément la nature des différents sols présents dans le parc du château de la Bourdaisière, afin de préciser les contours de la carte pédologique. Enfin, lors de nos recherches, nous avons également cherché à comprendre la composition granulométrique de l'un des sols les plus représentés au sein du parc du domaine du château.

Afin de rédiger ce rapport, nous sommes partis des résultats obtenus par le groupe d'étudiants de l'année passée. De plus, nous avons pu nous appuyer sur les résultats de travaux d'étudiants de Master en Sciences de l'Eau de la Faculté des Sciences et Techniques de Tours, ainsi que de relevés effectués par des étudiants de CPES dans le cadre de leurs enseignements.

Pour mieux comprendre les sols du château de la Bourdaisière, notre travail s'est décomposé en 4 objectifs principaux :

- (1) Vérifier l'origine des sables présents dans les sols de la forêt en faisant une analyse granulométrique d'un sol.
- (2) Effectuer une cartographie des sols de la Bourdaisière, initiée l'année précédente mais qui nécessitait d'être complétée par de nouveaux relevés et une autre lecture.
- (3) Analyser précisément le pH de la zone cultivée du parc, en utilisant les données déjà présentes puis en complétant avec nos propres analyses.
- (4) Mettre en forme les résultats obtenus grâce à QGis.

Ce rapport présente dans un premier temps les facteurs susceptibles d'influencer la nature des sols au sein du site d'étude, la méthodologie employée pour répondre aux questions posées, avant d'exposer les résultats obtenus et d'en discuter les apports et les limites.

## I. Présentation géographique du site du Parc de la Bourdaisière

Le Parc de la Bourdaisière, dans lequel se trouve le Château de la Bourdaisière, appartient à la commune de Montlouis-sur-Loire, une commune française située dans le département d'Indre-et-Loire en région Centre-Val de Loire et dont le climat est océanique dégradé. Il se situe entre la Loire (au nord) et le Cher (au sud) (figure 1).

### 1.1 Occupation du sol et végétation

Le parc, d'une superficie de 70 hectares, est en grande majorité couvert par la forêt, située au nord (figure 2). D'après un inventaire effectué par l'association Parcs et Jardins de la région Centre en 2014, la forêt se compose notamment de pins sylvestres, de chênes (sessiles et pédonculés), de châtaigniers et de merisiers. Le reste du parc comprend un parc paysager, des jardins à la française, des vergers (pommiers, cerisiers, pruniers...), un jardin contemporain (appelé Dahliacolor avec ses 400 variétés de dahlias), et un potager, dans lequel sont plantées des tomates, des plantes aromatiques, des légumes.... Le château de la Bourdaisière est notamment connu comme étant le conservatoire national de la tomate, avec une collection complète contenant 785 variétés de tomates.

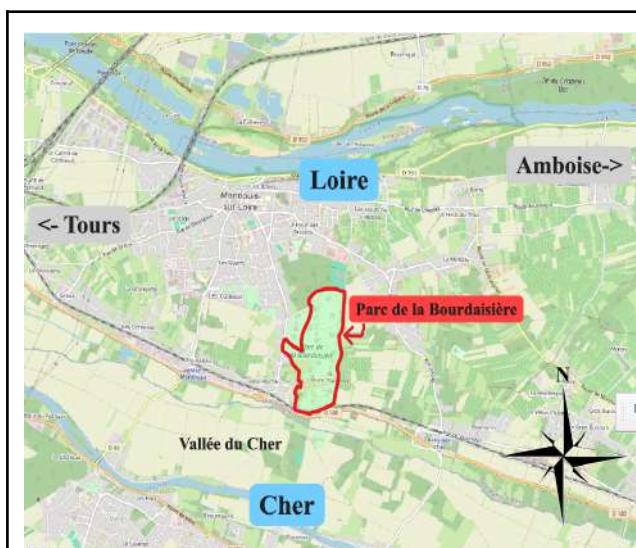


Figure 1 : Emplacement du Parc de la Bourdaisière (fond : Openstreetmap)

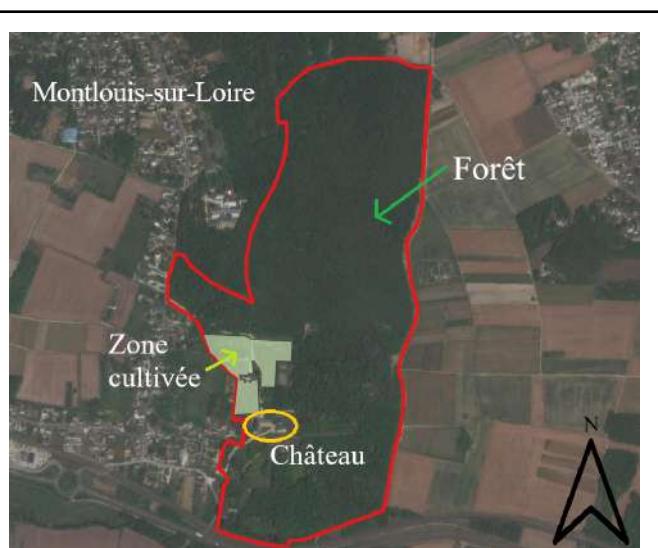


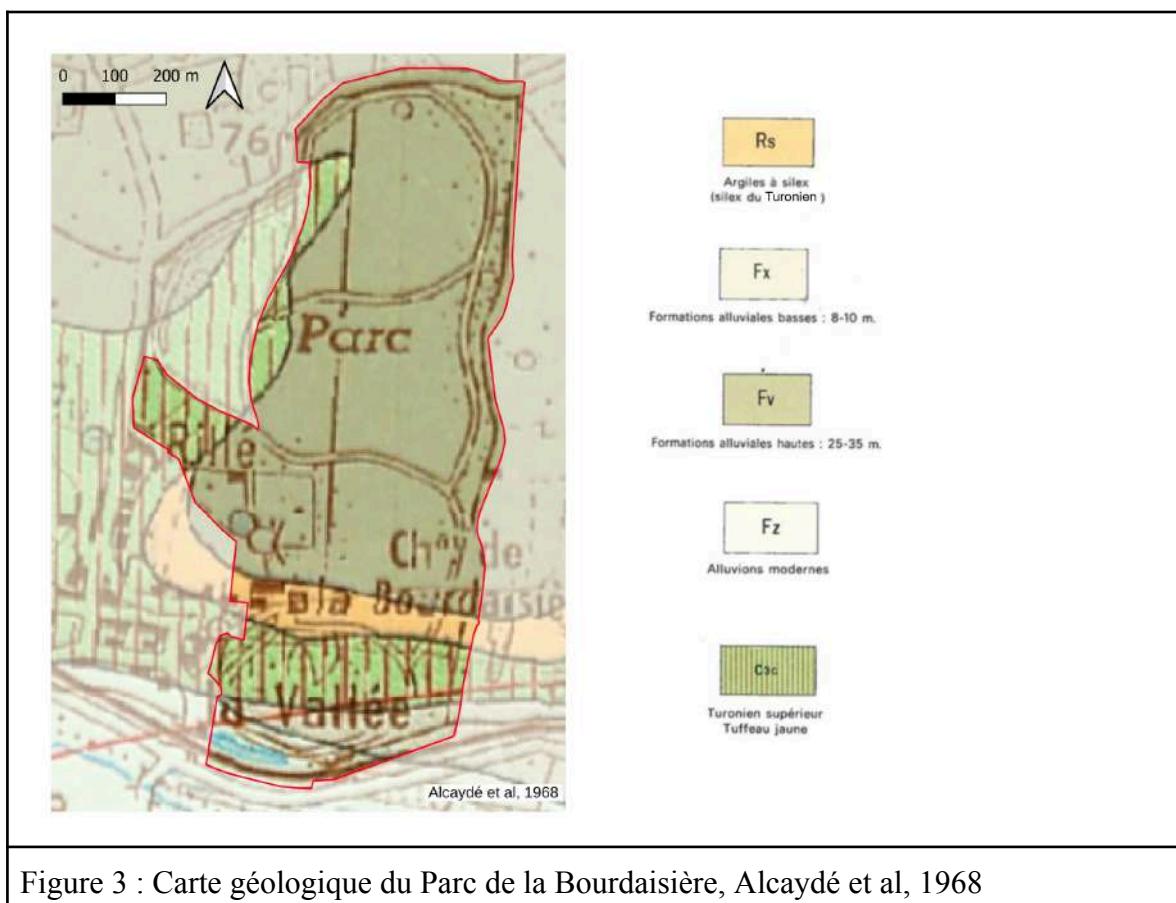
Figure 2 : Vue satellite du parc de la Bourdaisière

Le château de la Bourdaisière est un château hôtel, ouvert de mars à novembre. De nombreuses activités sont proposées dans le parc, il est possible de s'y promener, plusieurs sentiers et allées permettent de profiter de la beauté des jardins et de la forêt. La forêt

comporte de nombreuses espèces d'arbres remarquables (cèdres de l'Atlas, séquoias géants sculptés...) ainsi que des parcours pédagogiques valorisant cet espace naturel unique. Le parc possède aussi quelques infrastructures dont une piscine et un terrain de tennis. Enfin, ce parc organise également des évènements comme le festival de la Tomate début septembre, ou encore la fête des plantes et du printemps à Pâques, mais également d'autres évènements et activités familiales permettant au parc de garder un certain dynamisme. Sa riche collection d'espèces remarquables et ses jardins en font un lieu unique qui peut être valorisé par son caractère naturel.

## 1.2 Contexte géologique

D'un point de vue géologique, le Parc de la Bourdaisière est implanté au sud-ouest du bassin sédimentaire parisien. Les formations magmatiques et métamorphiques de l'ère primaire n'affleurent donc pas en surface, mais constituent néanmoins un socle sur lequel reposent, sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, des roches sédimentaires d'origine marine et continentale.



Lors de l'ère secondaire, et plus particulièrement lors du Cénomanien (1er étage stratigraphique du Crétacé), la transgression marine est à son maximum, la Touraine est recouverte par la mer. S'instaure alors du Cénomanien jusqu'à la fin du Sénonien, soit tout le Crétacé supérieur, un dépôt continu de coques calcaires type phytoplancton formant après diagenèse des craies et des calcaires. On retrouve donc sur la carte géologique du Parc une couche de Tuffeau jaune de Touraine, noté c3c, dont l'épaisseur avoisine 20 m. Le tuffeau est une formation sédimentaire du Turonien (2e étage stratigraphique du Crétacé), il s'agit de la plus ancienne couche géologique à l'affleurement au sein du parc. Selon les conditions de dépôt, le calcaire présente des faciès variés (tableau 1).

Tableau 1 : Les différents faciès du Turonien		
<b>Nom</b>	<b>Description</b>	<b>Teneur en CaCO<sub>3</sub></b>
Calcaires sableux	- calcaires peu glauconieux, sableux, bioclastiques, jaunâtres - présence de hard-grounds	> 70%
Calcaires spathiques	- calcaires durs en bancs bien individualisés - roche très peu glauconieuse, jaunâtre, micacée	> 80%
Grès calcaire dur	- grès grossier quartzeux à ciment calcaire - roche glauconieuse, jaunâtre - en banc d'épaisseur décimétrique à métrique s'intercalant dans les calcaires bioclastiques	< 50%

A la fin du Crétacé, la mer se retire de la Touraine, il y a émersion des terres. Le contexte devient continental. Se produit alors une altération météorique de la partie supérieure du tuffeau, qui va être à l'origine du développement de formations argilo-siliceuses au-dessus: les argiles à silex, notée Rs sur la carte géologique.

Le tuffeau est une roche carbonatée ayant une forte teneur en calcite (CaCO<sub>3</sub>). Elle est donc soumise à la décarbonatation, soit la dissolution des carbonates par les eaux de pluie selon l'équation :  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

Or le tuffeau contient des carbonates mais également - outre des minéraux détritiques - de la glauconite, formée au cours de la diagenèse, qui appartient au groupe des phyllosilicates (silicates en feuillet). Ainsi, après décarbonatation il ne reste que des minéraux détritiques et

des phyllosilicates. L'argile étant, au sens minéralogique, un minéral à base de phyllosilicates, se forment alors au-dessus du tuffeau jaune de Touraine des argiles de décarbonatation.

Peuvent se trouver également dans les sédiments carbonatés quelques tests siliceux d'organismes morts. Au cours de la diagenèse des sédiments, de la silice dissoute par latéritisation au niveau du continent puis transportée par les solutions intergranulaires se précipite autour des tests siliceux formant *in fine* des silex, c'est la silicification. Finalement, suite à un phénomène combiné de silicification et de décarbonatation, une couche d'argiles à silex s'est mise en place lors de la régression marine.

Néanmoins, on observe sur la carte géologique que la majorité des matériaux superficiels sont des formations alluviales issues de l'ère Quaternaire.

Lors de cette ère le climat est rythmé par une alternance de périodes glaciaires et interglaciaires, qui va progressivement mettre en place les différents terrains que l'on observe aujourd'hui. En effet, selon la théorie eustatique, chaque formation alluviale correspond à un niveau marin. En période interglaciaire, la fonte des glaciers induit une montée du niveau de la mer, les rivières cherchent à rétablir leur élévation pour correspondre au niveau marin, elles déposent donc des alluvions. Au contraire, en période glaciaire, le niveau de la mer baisse, les rivières érodent et creusent leur lit dans les vallées.

Sur le Parc, trois types d'alluvions sont cartographiées. Les formations alluviales anciennes hautes, notées Fv se situent sur la partie du Parc supérieure à 75 m d'altitude (figure 4). Elles se trouvent au-dessus du tuffeau jaune et des argiles à silex. D'après la notice de la carte géologique, ce sont des sables fins contenant des grains de quartz, potentiellement éolisés, dans une proportion qui va être précisée par analyse granulométrique dans le suite du rapport. D'une façon générale, leur épaisseur est inférieure à 4 m.

Sur la partie concave de la pente (au S) on relève des formations alluviales anciennes basses Fx d'une épaisseur de 3 m. Ce sont soit des sables fins limoneux ou bien des sables plus grossiers avec de petits galets de quartz hyalin et des fragments de silex crétacés bien roulés. Leur couleur est généralement blonde.

Une partie de cette formation est recouverte par une formation plus récente, les alluvions fluviatiles modernes Fz. De couleur grise ou blonde, ces alluvions se présentent le plus souvent sous forme de sables fins à stratification entrecroisée, avec lits d'argiles, de graviers et de cailloutis.

Ces données géologiques permettent d'expliciter la morphologie et la topographie du site et donc *in fine* ses sols.

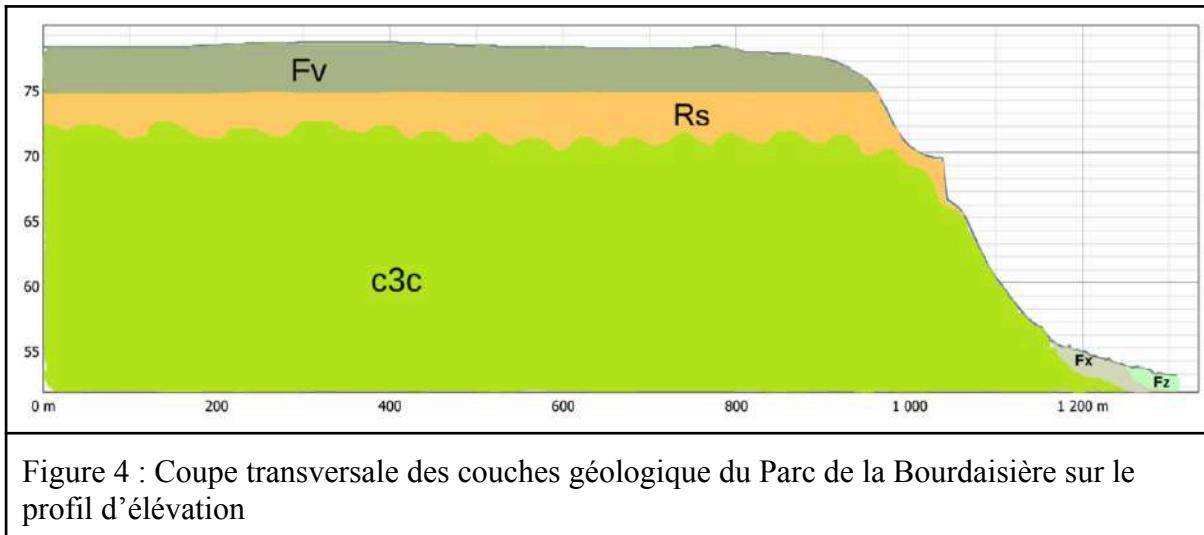


Figure 4 : Coupe transversale des couches géologique du Parc de la Bourdaisière sur le profil d'élévation

### 1.3 Topographie

D'un point de vue topographique, la commune de Montlouis-sur-Loire se situe sur l'interfluve Loire-Cher, mais elle est drainée par le Cher.

Le Parc du château de la Bourdaisière se situe plus précisément sur un haut coteau du Cher. Le Cher organise le relief en alternant creusement de la roche et formation de terrasses alluviales. L'altitude varie entre 50m et 79m. On note au Nord du Parc une grande superficie plane qui se termine par une pente de 3% environ (figure 5).



Figure 5 : Orthophotographie du parc avec les courbes de niveaux équidistantes de 1 m

## **II. Matériel et méthodes**

### **2.1 Analyse granulométrique d'un sol de la forêt**

#### **2.1.1 Zone d'étude du sol étudié**

L'objectif de l'analyse granulométrique était de déterminer l'origine géologique des sables présents sur toute la zone du plateau du parc de la Bourdaisière.

Le sol étudié se situe dans la forêt. Il s'agit d'un sol très sableux, et la carte géologique indique qu'il est issu de formations alluviales anciennes hautes, notées Fv. Cependant, la notice de cette carte géologique indique également qu'au sud-est de Montlouis-sur-Loire, des sables éoliens sont présents : c'est cette présence de sables éoliens que nous souhaitons confirmer par l'analyse granulométrique. Un forage a été effectué par Jean-Jacques Macaire, géologue, et S. Salvador-Blanes en juin 2025 au niveau du sol que nous souhaitions étudier (figure 6a), afin d'obtenir des échantillons de chaque horizon de sol (figure 6b).

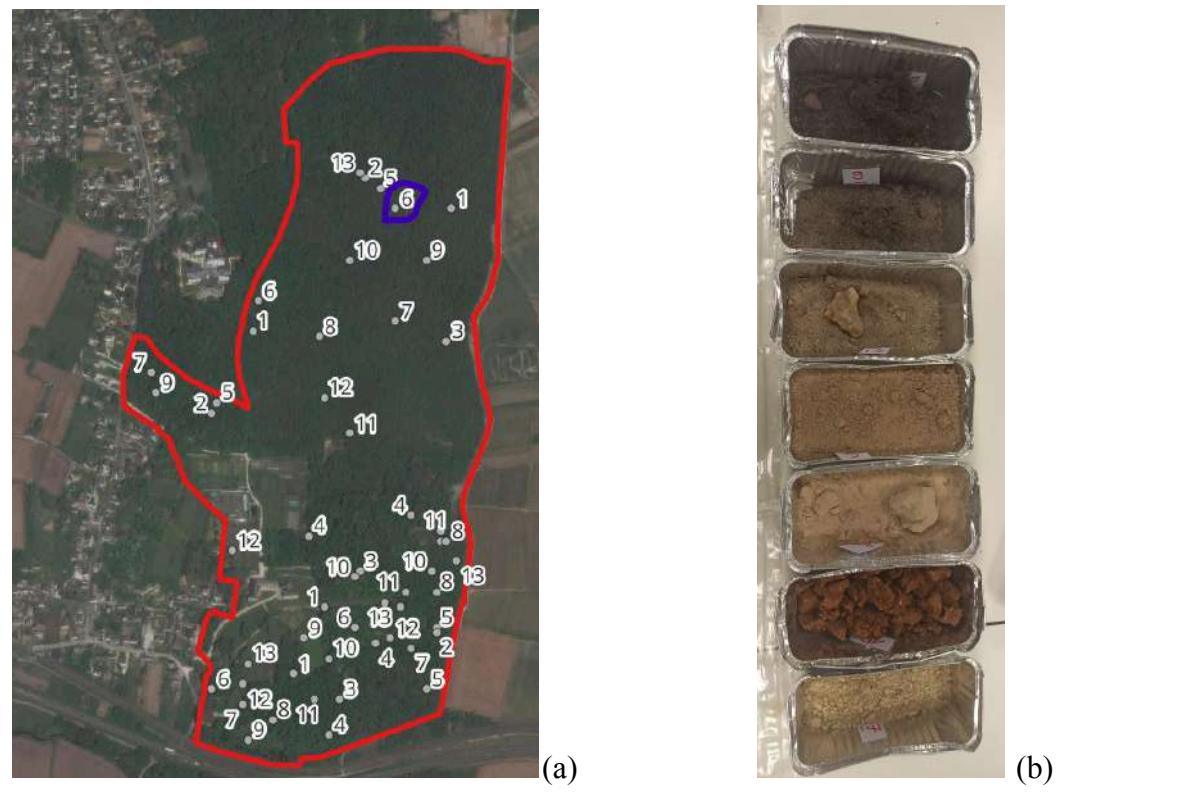


Figure 6 : (a) Emplacement du forage B6 dans le domaine de la Bourdaisière  
 (b) Reconstitution du forage avec les différents horizons (échelle non respectée)

Nous avions sept échantillons à disposition : 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-50 cm, 50-60 cm, 80-90 cm et 90-95 cm (figure 6b). Malheureusement, nous n'avons pas l'horizon 60-80 cm, ce qui entraîne un hiatus de données de 20 cm dans le sol. Cet horizon manquant n'empêche pas notre analyse et sa composition pourra être inférée grâce aux résultats des autres échantillons.

### 2.1.2 Protocole d'analyse granulométrique : préparation des échantillons

On commence par prélever 100 mL de chaque horizon de sol dans un bécher, que l'on passe dans un tamis de 2 mm afin de prélever uniquement la terre fine (fraction de sol < 2 mm) que l'on met dans des bêchers, qui contiennent de la matière organique qu'il faut éliminer. Cette élimination se fait avec du peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) que l'on rajoute aux échantillons chauffés dans un bain de sable pour accélérer la destruction de matière organique (figure 7).



Figure 7 : Bain de sable où s'effectue l'attaque au peroxyde d'hydrogène

Une fois celle-ci supprimée, l'ingénieur d'étude, M. Jean-Paul Bakyono, a procédé à la dispersion des agrégats en ajoutant une solution dispersante (hexamétaphosphate de sodium à 50 g/L + carbonate de sodium à 7 g/L), puis en laissant agiter les échantillons pendant 2 heures. Cette étape permet de séparer les particules minérales agrégées entre elles afin d'obtenir une analyse granulométrique représentative des particules élémentaires.

Les échantillons dispersés sont ensuite mis en suspension aqueuse pour être analysés au microgranulomètre laser. Pour cela, on prélève pour chaque échantillon de la terre fine que l'on met dans des flacons que l'on complète avec de l'eau jusqu'à 400 mL. On agite ces flacons puis on obtient une suspension avec terre fine + eau déminéralisée pour chaque horizon.

On utilise ensuite un répartiteur, appelé la « pieuvre » (figure 8), pour obtenir trois suspensions d'environ 25 mL pour chaque horizon de sol. Une fois ces 21 échantillons obtenus, on les passe au micro-granulomètre laser pour analyse.

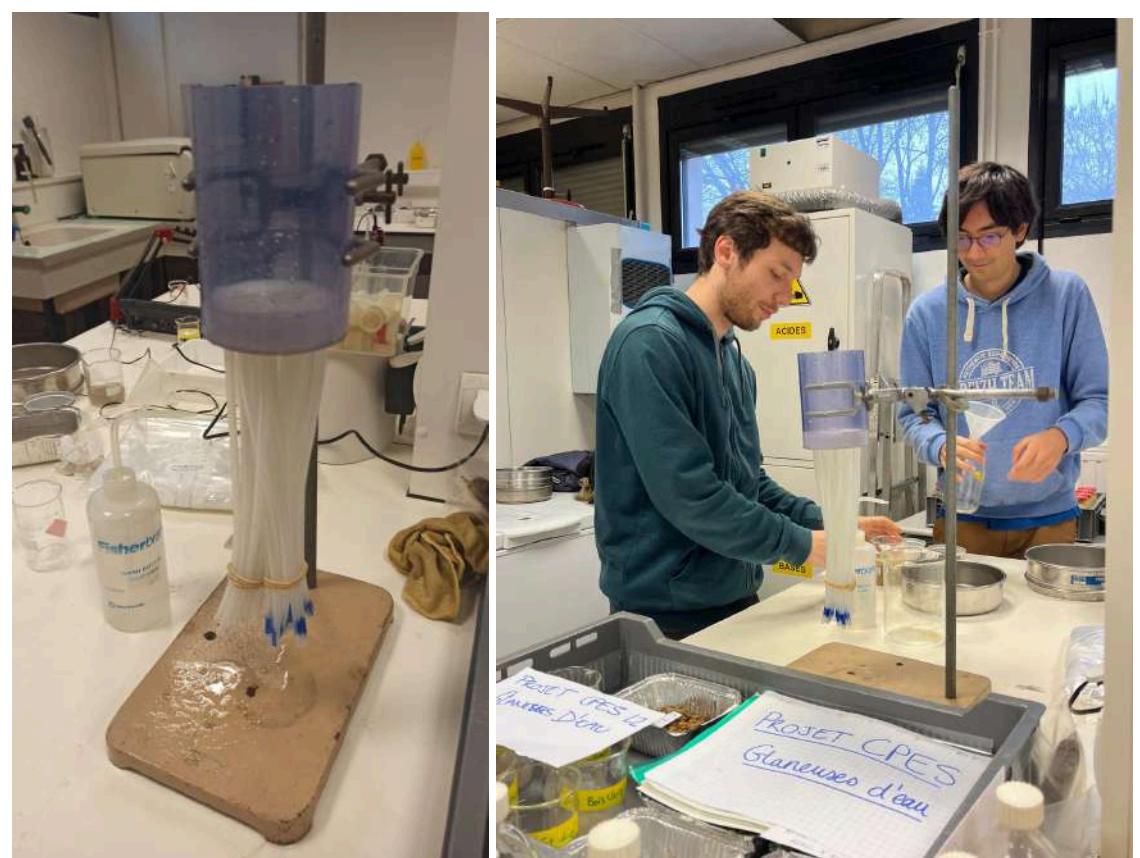


Figure 8 : La pieuvre, méthode de séparation d'une solution ou suspension en deux solutions ou suspensions de composition identique et de même volume.

### 2.1.3 Mesures au micro-granulomètre laser

Le micro-granulomètre est un appareil de mesure permettant d'obtenir la granulométrie (taille des particules) de particules en suspension dans l'eau. Il se compose d'une cuve (figure 9) remplie d'eau que l'on complète avec la suspension de l'échantillon à analyser. Cette cuve est reliée à des tuyaux qui déplacent les particules jusqu'à l'intérieur de l'appareil qui va envoyer un faisceau laser d'une certaine intensité à travers le liquide contenant les particules. Ce laser est dévié dans différentes directions par les particules et est ensuite détecté par des capteurs lumineux. Selon l'intensité reçue par chaque capteur, l'appareil détermine la taille des particules (figure 10).

Pour chaque échantillon, nous avons suivi les quatre étapes suivantes : nous avons commencé par le nettoyage de la cuve du microgranulomètre (3 cycles de vidange-remplissage), puis avons fait le blanc de l'appareil de mesure, qui calcule le bruit de fond afin d'éviter les interférences. Ensuite, nous avons inséré l'échantillon dans la cuve, puis avons lancé les mesures sur l'appareil, qui en effectue 3 successivement par échantillon (figure 11).

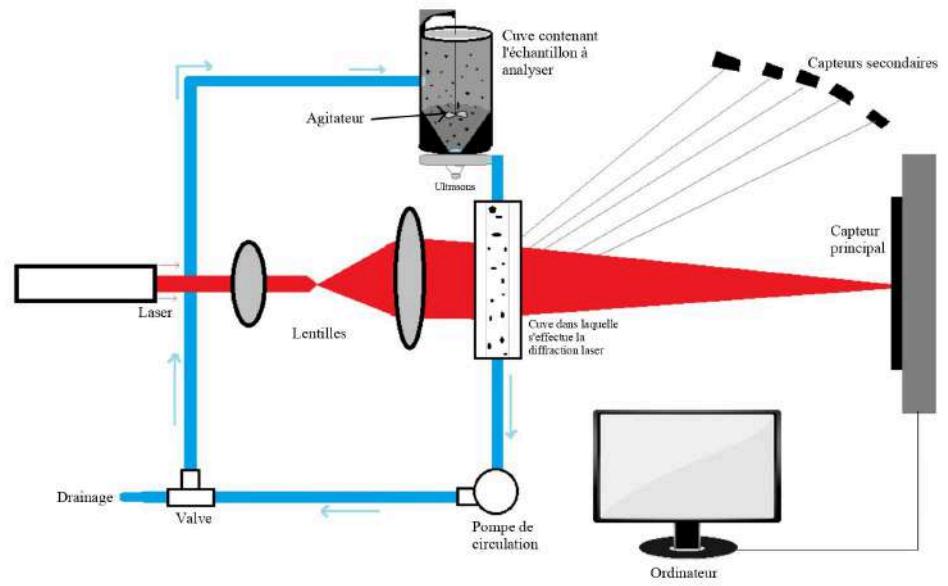


Figure 9 : Cuve du microgranulomètre laser contenant une solution de sol

Figure 10 : Fonctionnement simplifié du microgranulomètre laser

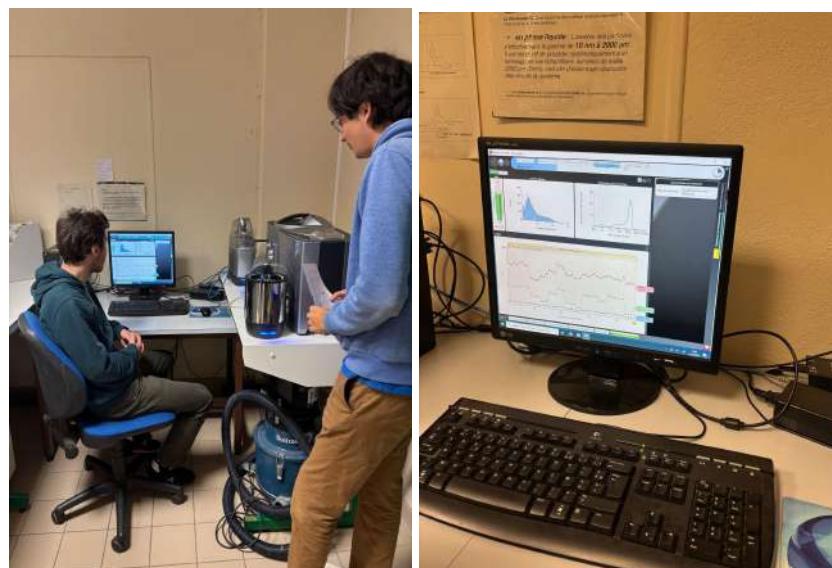


Figure 11 : Mesures granulométriques par le micro-granulomètre

#### 2.1.4 Exploitation des résultats des mesures du microgranulomètre laser

Une fois l'analyse granulométrique terminée pour les 21 échantillons, nous avons obtenu un fichier CSV comprenant les résultats des mesures. Ce fichier comprend de nombreuses données pour chaque échantillon, comme l'obscurcation : il s'agit d'une grandeur physique, c'est la proportion de lumière absorbée ou diffusée par les particules. Plus elle est élevée, plus les mesures sont précises, car une obscurcation faible signifie qu'il y a moins de particules en suspension et que la mesure est donc moins précise. L'obscurcation se calcule selon la formule suivante :  $(I - I_0) \div (I_0)$ , avec  $I_0$  l'intensité émise par le laser, et  $I$  l'intensité reçue par les détecteurs. Le fichier CSV indique également le pourcentage relatif de particules présentes dans les gammes [0 ; 2]  $\mu\text{m}$ , [2 ; 20]  $\mu\text{m}$ , [20 ; 50]  $\mu\text{m}$ , [50 ; 200]  $\mu\text{m}$ , [200 ; 500]  $\mu\text{m}$ , [500 ; 2000]  $\mu\text{m}$  et [2000 ; 3500]  $\mu\text{m}$ . Enfin, le fichier contient des données qui indiquent la proportion de particules pour de nombreuses tailles permettant de construire une courbe granulométrique quasi-continue.

Pour analyser ce fichier efficacement, nous avons utilisé le langage Python avec les modules *Pandas* et *Matplotlib* afin de créer des graphiques lisibles grâce aux données obtenues. Nous avons effectué une moyenne des résultats des 3 échantillons pour chaque horizon de sol afin d'homogénéiser les résultats. De plus, lorsque l'obscurcation était trop faible (<3%), nous avons décidé d'éliminer l'échantillon pour ne pas fausser les analyses. Nous avons déterminé la texture des horizons grâce aux gammes données par le micro-granulomètre en nous aidant du triangle des textures selon la classification de l'USDA, ainsi que leur courbe granulométrique (évolution de la proportion des particules en fonction de leur taille).

## 2.2 Cartographie

L'objectif de la cartographie des sols était de préciser les limites entre les différents sols présents au sein du parc, établies antérieurement dans le cadre du projet tutoré des CPES 2024-2025 (Fredon *et al.*, 2025) puis par des étudiants en Master Science de l'Eau ayant réalisé une cinquantaine de sondages. En effet, en fonction de la topographie et de la géologie, 4 zones aux caractéristiques topographiques différentes pouvant exercer une influence sur la nature des sols ont été explorées : Rouge (versant, altitude moyenne, pente faible), Jaune (rebord du plateau, altitude élevée, pente faible), Vert (bas de versant, altitude faible, pente modérée), Bleu (plateau, altitude élevée, pente faible). La limite entre ces sols restant

imprécise, 15 nouveaux sondages ont été effectués au cours de ce projet, comprenant deux transects. Un transect correspond à un tracé rectiligne le long duquel des sondages sont effectués.

### 2.2.1 Méthodologie de sondage

Pour chaque sondage, l'environnement a été préalablement décrit : les conditions météorologiques, l'utilisation du sol et la végétation. Le choix de l'emplacement du sondage prend en compte différents facteurs afin de limiter au maximum les perturbations liées à l'activité anthropique (par exemple les chemins) ainsi que celles dues à d'autres contraintes, telles que la présence de racines d'arbres.

Les sondages ont été effectués à l'aide d'une tarière à main, constituée d'une loge de 20 cm, d'une tige graduée et d'un manche (figure 12). Le protocole consistait à effectuer des sondages vers l'aval et à faire tourner dans le sens horaire afin de l'enfoncer et de la retirer. La partie inférieure de la loge (10 cm) était ensuite récupérée et déposée dans une gouttière graduée. L'opération était réitérée jusqu'à atteindre la profondeur maximale de la tarière (120 cm) ou jusqu'à la rencontre du substrat rocheux.



Figure 12 : Photo de la réalisation d'un sondage

## 2.2.2 Analyse des horizons de sols

Une fois la carotte obtenue, une fiche de sondage est complétée pour chaque sondage, délimitant les horizons en profondeur, et décrivant plusieurs paramètres caractérisant le sol prélevé : sa couleur, sa texture, la présence ou non d'éléments grossiers, la présence de carbonate ainsi que son humidité.

La couleur est déterminée grâce à la charte Munsell, un référentiel commun et universel de nomenclature des sols. Pour la texture, malaxer une petite quantité de sol avec une goutte d'eau permet d'identifier, en fonction de son comportement, une texture plutôt argileuse, sableuse ou limoneuse, et d'en déterminer par la suite les propriétés physiques du sol. Concernant les éléments grossiers, leur taille (millimétrique, centimétrique) et leur abondance ont été notées. La présence ou l'absence de taches témoigne du fait que le sol est hydromorphe. Pour les carbonates, on sait que l'acide chlorhydrique (HCl) provoque leur dissolution et dégage ainsi du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), ce qui est repérable par une effervescence. Ainsi, en cas d'apparition de bulles suite au test, on peut en déduire que la terre fine et/ou les éléments grossiers du sol sont carbonatés. Enfin, on peut observer l'humidité du sol, à savoir s'il est plutôt frais, humide ou noyé.

En fonction des résultats obtenus, on distingue et on nomme les différents horizons qui constituent notre sol en postulant qu'ils sont homogènes. Enfin, nous déterminons le nom du sol grâce à tous ces éléments et nous discutons des hypothèses de formation et d'évolution du sol.

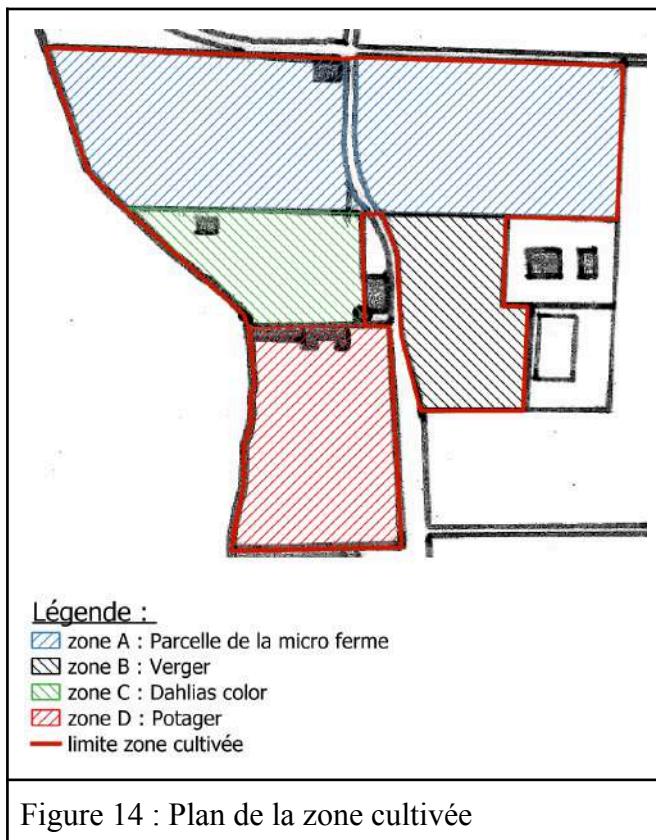
Pour davantage de lisibilité, les profils pédologiques des différents sols observés ont été schématisés.

Les schémas réalisés ont été produits à partir d'une fiche de sondage représentative du sol présenté. Ils suivent les couleurs de la charte Munsell, et la charte graphique ci-dessous (figure 13) :

Texture :	Autres :
	Argileuse
	Sableuse
	Limoneuse
	Éléments grossiers
	Tâches
	+++ Réaction à l'HCl
	Hydromorphie

Figure 13 : Légende profil pédologique

## 2.3 Analyse du pH de la zone cultivée



Sur le site du château de la Bourdaisière, des prélèvements ont été effectués sur la zone cultivée représentant près de 30 000 m<sup>2</sup>, afin de déterminer la variabilité spatiale du pH de surface du sol de cet espace. La zone cultivée, au nord-ouest du château, comprend quatre zones distinctes (figure 14) : la parcille de la micro-ferme, le verger, le jardin de Dahlias (Dahliacolor) et le potager.

Le pH du sol est déterminant dans l'organisation des plantations car certaines plantes se développent mieux sur certain type de pH. Ces données ont donc une grande importance dans l'organisation de l'espace pour M. Toutain. De plus, une connaissance précise du pH des

sols de la zone cultivée permettrait d'implanter des variétés de tomates présentant des exigences de pH spécifiques. Cette approche pourrait contribuer à accroître la diversité des espèces de tomates cultivées et présentées au château de la Bourdaisière lors du Festival de la Tomate, organisé chaque année au début du mois de septembre.

L'analyse du pH a été décomposée en 3 différentes analyses. Premièrement, le projet principal était l'analyse du pH de toute la zone cultivée pour obtenir le pH du sol dans toute celle-ci. Pour cela, nous avions à disposition 50 valeurs de pH obtenues par les étudiants de Master de l'année précédente que nous avons complété avec 50 nouveaux points au moyen d'échantillons de sol que nous sommes allés prélever sur le terrain. Par ailleurs, les 50 points de pH des étudiants de Master ont permis de mettre en évidence une zone à pH acide au nord de la piscine (cf. annexe 1), nous avons donc décidé d'y réaliser un transect afin de préciser encore davantage la répartition du pH acide dans cette zone d'intérêt. Enfin, nous avons souhaité exécuter un transect dans la limite ouest de la forêt pour déterminer si la présence ancienne de vignes aurait affecté le pH de la forêt.

### **2.3.1 Plan d'échantillonnage et prélèvement des échantillons**

Lors de la mesure du pH d'un sol, ce dernier doit être prélevé pour ensuite le mettre en suspension et effectuer une mesure du pH de la solution du sol en laboratoire. Tout d'abord, les échantillons de surface (0-20 cm) ont été prélevés dans la zone cultivée au château de la Bourdaisière dans la commune de Montlouis-sur-Loire le 22 novembre, à l'aide d'un dispositif DGPS.

#### **a) Zone cultivée**

Nous avons réalisé 50 nouvelles mesures de pH afin de préciser la distribution du pH de la surface des sols de la zone cultivée. Pour cela, un plan d'échantillonnage a préalablement été mis à exécution par Nicolas Saby, chercheur de l'INRAE Info&Sols à Orléans. Une fois ce plan effectué, nous avons obtenu des points avec des coordonnées GPS que nous avons entrées sur un DGPS (figure 15a). Un DGPS (Differential Global Positioning System) est un système de positionnement par satellite qui fournit des coordonnées avec une forte précision grâce à une antenne : le DGPS utilisé a permis de nous orienter afin de placer les 50 jalons avec une précision de 30 cm (figure 15b). Lorsque le point GPS tombait sur un chemin ou une zone inexploitable ou perturbée, nous nous sommes déplacés de quelques

dizaines de centimètres vers un point exploitable et avons repris les coordonnées de ce nouveau point.

Par la suite, cinq échantillons de sol de la hauteur d'une loge de tarière à main (20 cm) entre 10 à 20 cm autour du jalon ont été disposés dans un seau et mélangés pour obtenir un échantillon homogène et représentatif de la zone. Enfin, nous avons prélevé environ 500 g de ce sol pour le mettre en sachet et le ramener au laboratoire, dans le but de le faire sécher à l'étuve puis d'analyser les échantillons selon le protocole pH.

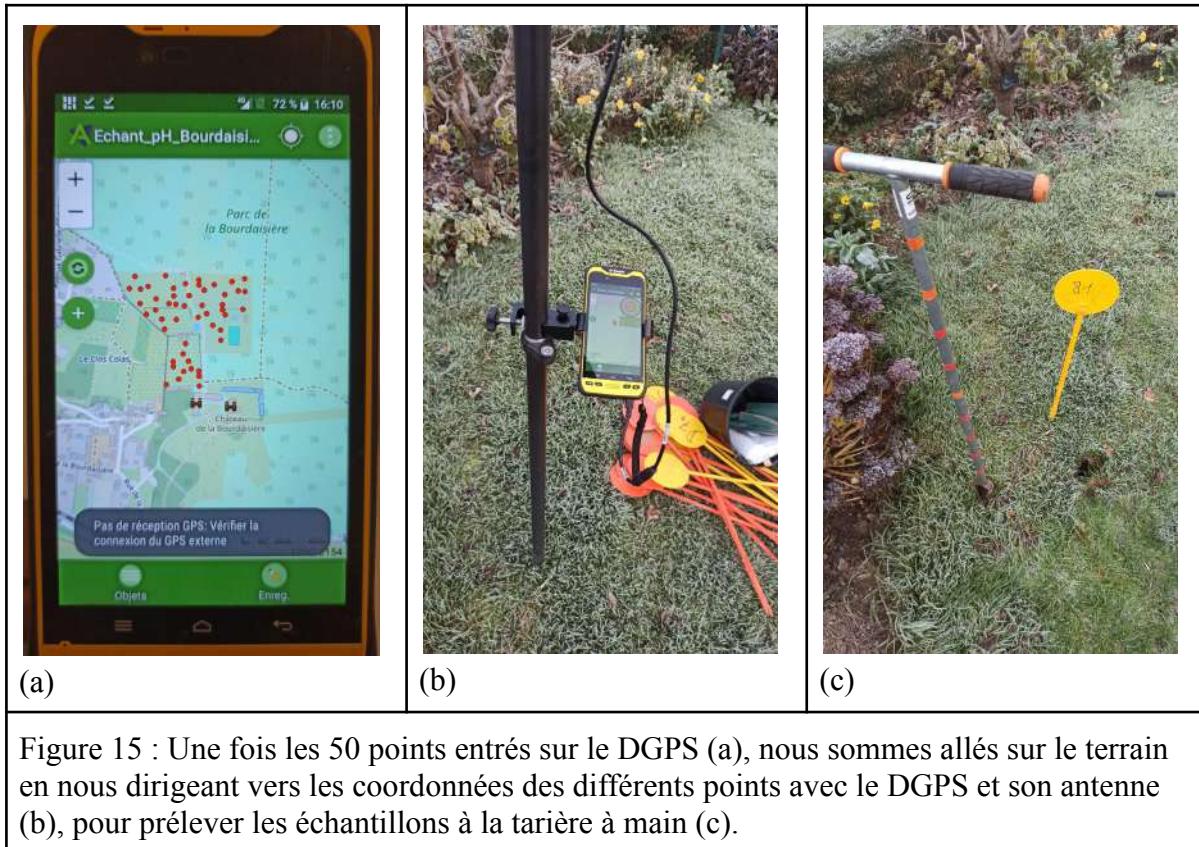


Figure 15 : Une fois les 50 points entrés sur le DGPS (a), nous sommes allés sur le terrain en nous dirigeant vers les coordonnées des différents points avec le DGPS et son antenne (b), pour prélever les échantillons à la tarière à main (c).

### b) Transect zone acide

Derrière la piscine, une zone avec des pH plus acides a été révélée grâce aux mesures de pH des étudiants de Master (cf. annexe 1). Celle-ci est une zone intéressante, notamment pour le jardinier Nicolas Toutain : en effet, certaines plantes ne poussent qu'en milieu neutre à acide, et peuvent mourir rapidement si elles sont plantées dans des zones à pH basique : c'est notamment le cas des rosiers, de la plupart des plantes vivaces mais aussi de certains arbres fruitiers. Ainsi, préciser l'étendue de cette zone acide et ses valeurs exactes permettrait d'avoir une idée plus précise des valeurs du pH pour pouvoir y planter de manière judicieuse des espèces qui n'auraient pas pu être plantées en milieu basique. Pour effectuer ces mesures plus précises, nous avons décidé sur place de réaliser un transect. Il s'agit d'une méthode consistant à réaliser des mesures à intervalle régulier le long d'un axe afin d'obtenir une

analyse plus précise de la zone. Nous avons ici effectué 11 prélèvements espacés de la même distance (figure 16). Contrairement aux 50 prélèvements de la zone cultivée pour lesquels il suffisait d'aller aux coordonnées grâce au DGPS, nous avons ici pris les coordonnées de chaque prélèvement sur le terrain, grâce au DGPS : sur celui-ci, on appuyait sur « Ajouter un nouveau point », puis le DGPS prenait les coordonnées pendant une quinzaine de secondes, pour les stocker dans un fichier. On a ensuite répété la même méthode de prélèvement que pour la zone cultivée.



### c) Transect forêt

Comme indiqué par M. Toutain, l'ouest de la forêt contigu à l'est de la zone cultivée correspondait à une zone sur laquelle étaient présentes des vignes au XVIII<sup>ème</sup> siècle. Nous souhaitions donc, en faisant un transect pH dans cette zone, déterminer si ces vignes anciennes avaient eu une influence sur le pH. Nous avions envisagé de réaliser une quinzaine de points de prélèvement sur ce transect, mais n'en avons fait que quatre, de par à la difficulté d'accéder à la forêt, remplie de buissons et de ronces. Les trois points les plus au sud se

situent sur les anciennes vignes, tandis que le point le plus au nord se situe dans un bois déjà présent au XVIII<sup>ème</sup> siècle.

### 2.3.2 Protocole analyse pH

#### a) Préparation des échantillons pour analyse



Figure 17 : Agitateur d'échantillons

Une fois secs, les échantillons sont passés au tamis de 2 mm pour obtenir un échantillon de terre fine (fraction de sol < 2 mm), en émottant la terre préalablement au mortier si nécessaire. On prélève 10g de terre fine que l'on place dans une barquette en aluminium. Une fois fait, on ajoute ces 10 g dans un flacon de 500 mL, et on y ajoute ensuite 50 mL d'eau déminéralisée. On place le flacon 5min à l'agitateur (figure 17) afin d'homogénéiser la suspension du sol. Ensuite, on laisse reposer les flacons minimum deux heures pour que la suspension soit au pH du sol avant de passer à l'analyse au pH-mètre.

#### b) Matériel et analyse des échantillons

La détermination du pH de la solution du sol des échantillons, a requis l'utilisation d'un pH-mètre branché à une sonde (électrode). Tout d'abord, il est nécessaire d'étalonner le pH-mètre avec deux solutions tampon (pH 4 et pH 7). Après cette étape, le pH-mètre est prêt à mesurer le pH de la solution des échantillons.

De plus, entre chaque échantillon manipulé, l'électrode doit être immergée dans une solution contenant de l'eau du robinet pour ne pas l'endommager. Cette même électrode doit être rincée à l'eau déminéralisée au-dessus d'un bêcher de rinçage entre chaque utilisation.

Tout d'abord, l'entièreté de la suspension de sol contenue dans un flacon et qui a préalablement reposé deux heures est versée dans un bêcher contenant un barreau aimanté et

disposé sur un agitateur. La suspension doit ensuite être agitée pendant une minute. À la fin de ce temps, l'agitation est stoppée et l'électrode préalablement rincée avec de l'eau déminéralisée peut être immergée dans la suspension. Enfin, il faut attendre que la valeur de pH se stabilise pour la noter dans un tableur sur lequel nous avons inscrit les valeurs du pH, pour cartographier les points sur QGis. Ce protocole a été réalisé pour les 50 mesures pH de la zone cultivée ainsi que pour le transect zone acide et pour le transect forêt.

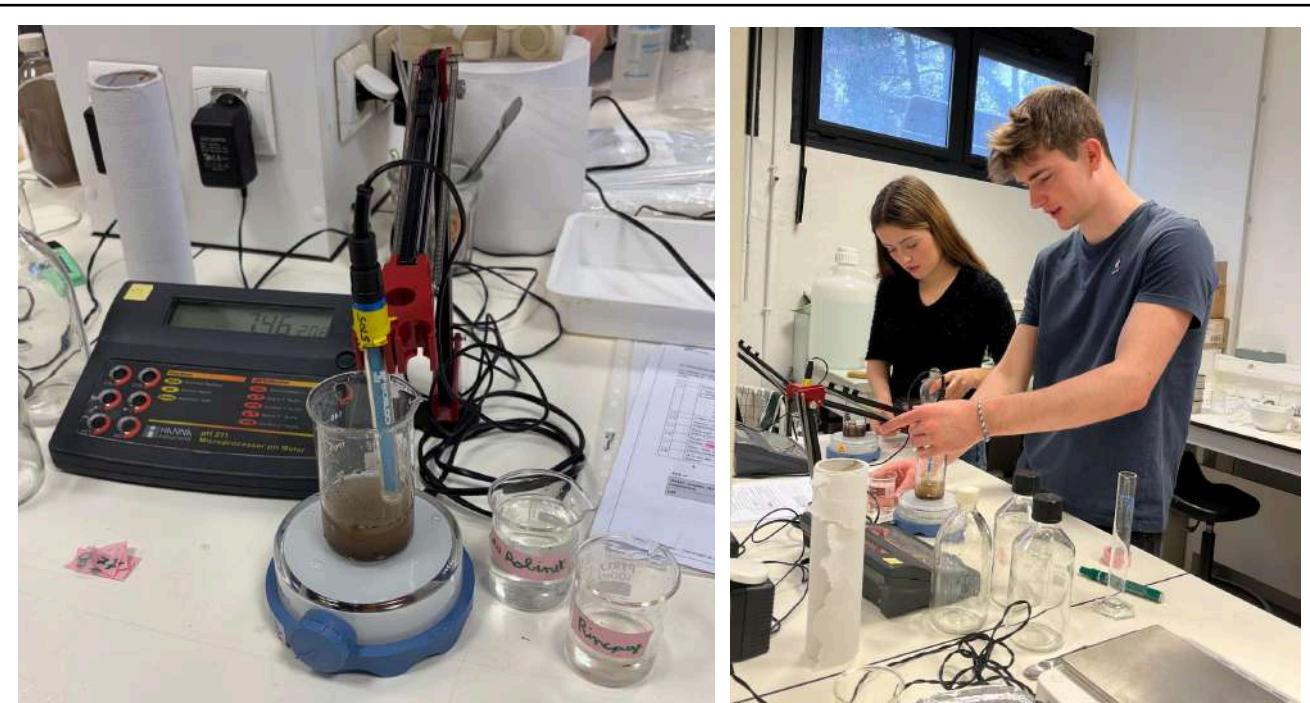


Figure 18 : Analyse du pH d'un échantillon grâce au pH-mètre

## 2.4 SIG

Un Système d'Information Géographique (SIG) est un ensemble d'outils informatiques permettant de collecter, stocker, gérer, analyser et représenter des données géoréférencées, c'est-à-dire des informations associées à une localisation spatiale.

Dans le cadre du projet, l'application QGis a été utilisée pour la cartographie des sols. Ainsi, les opérations suivantes ont été réalisées sur ce logiciel : le géoréférencement en Lambert 93 des cartes, plans et orthophotographies ; les limites de chaque type de sol ont également été numérisées, ainsi que la réalisation de profils d'élévation, et des cartes de pH.

Les données traitées dans un SIG peuvent être de nature variée et sont organisées sous forme de couches superposables. Dans le cadre de la cartographie des sols, le SIG constitue

un outil central pour intégrer et croiser des informations pédologiques (ici des points de sondage) avec d'autres variables spatiales telles que la topographie ou la géologie. Il permet ainsi d'analyser la distribution spatiale des différents types de sols ou de leur pH, et de produire des cartes précises à partir de l'ensemble de ces données. Les figures obtenues facilitent ainsi la compréhension des résultats exposés dans la partie suivante.

### **III. Résultats et discussion**

#### **3.1. L'analyse granulométrique**

L'analyse granulométrique a donné des résultats très satisfaisants nous permettant de faire une analyse complète : sur les 21 échantillons analysés au micro-granulomètre (tableau 2), 4 avaient une obscurcation (proportion de lumière diffusée ou absorbée par les particules) trop faible pour être pris en compte dans l'analyse, et les 3 échantillons de l'horizon 50-60 cm avaient une obscurcation basse (inférieure ou égale à 6%), mais les résultats restaient homogènes. Cette faible obscurcation peut notamment s'expliquer par le caractère sableux du sol, le sable obscurcissant moins la suspension que le limon ou l'argile.

Les échantillons pris en compte dans l'analyse ont permis aisément de déterminer la texture des horizons ainsi que leur courbe granulométrique pour confirmer l'origine des sables.

Tableau 2 : Obscuration des différents échantillons analysés

Nom échantillon	Obscuration
Bourdaisière échantillon 0-5 cm 1	20
Bourdaisière échantillon 0-5 cm 2	8
Bourdaisière échantillon 0-5 cm 3	<b>2</b>
Bourdaisière échantillon 05-10 cm 1	15
Bourdaisière échantillon 05-10 cm 2	16
Bourdaisière échantillon 05-10 cm 3	<b>3</b>
Bourdaisière échantillon 10-20 cm 1	21
Bourdaisière échantillon 10-20 cm 2	12
Bourdaisière échantillon 10-20 cm 3	<b>1</b>
Bourdaisière échantillon 20-50 cm 1	16
Bourdaisière échantillon 20-50 cm 2	17
Bourdaisière échantillon 20-50 cm 3	<b>3</b>
Bourdaisière échantillon 50-60 cm 1	5
Bourdaisière échantillon 50-60 cm 2	5
Bourdaisière échantillon 50-60 cm 3	6
Bourdaisière échantillon 80-90 cm 1	20
Bourdaisière échantillon 80-90 cm 2	21
Bourdaisière échantillon 80-90 cm 3	20
Bourdaisière échantillon 90-95 cm 1	28
Bourdaisière échantillon 90-95 cm 2	28
Bourdaisière échantillon 90-95 cm 3	28

### 3.1.1 Fraction granulométrique pour chaque horizon

Bien que l'analyse granulométrique ne nous permette pas d'obtenir la texture des horizons, elle nous permet cependant d'avoir une idée de la répartition de chaque classe granulométrique pour les horizons étudiés.

On remarque une répartition granulométrique quasi-identique pour tous les horizons, avec une prédominance de sables présents à au moins 75% dans chaque horizon, sauf pour l'horizon 0-5 cm en surface, où la proportion de limons est supérieure, et pour l'horizon 80-90 cm, ayant une proportion d'argiles relativement élevée par rapport au reste des horizons (27%) (tableau 3 et figure 19).

Tableau 3 : Résultats de l'analyse granulométrique : valeurs d'obscuration et des pourcentage de particules pour chaque gamme de taille pour chaque horizon du sol B6.

Horizon	Obscuration	Dx (10)	Dx (50)	Dx (90)	Gamme (0:2) $\mu\text{m}$	Gamme (2:20) $\mu\text{m}$	Gamme (20:50) $\mu\text{m}$	Gamme (50:200) $\mu\text{m}$	Gamme (200:500) $\mu\text{m}$	Gamme (500:2000) $\mu\text{m}$
0-5cm	14,0	6,2	128,6	496,5	1,9	24,3	12,9	19,3	31,7	10,0
5-10cm	15,2	10,0	253,7	583,5	1,5	13,8	8,2	18,1	42,1	16,4
10-20cm	16,4	15,3	239,8	539,0	1,5	10,1	7,0	24,0	44,5	13,0
20-50cm	16,4	11,3	243,5	576,7	1,8	12,5	9,2	19,3	41,4	15,8
50-60cm	5,5	16,8	246,6	542,2	1,0	10,6	7,1	22,1	45,9	13,2
80-90cm	20,5	0,1	61,9	490,1	27,4	14,1	7,1	16,2	25,7	9,5
90-95cm	28,1	6,6	138,7	404,2	3,0	14,4	8,1	39,9	29,2	5,5

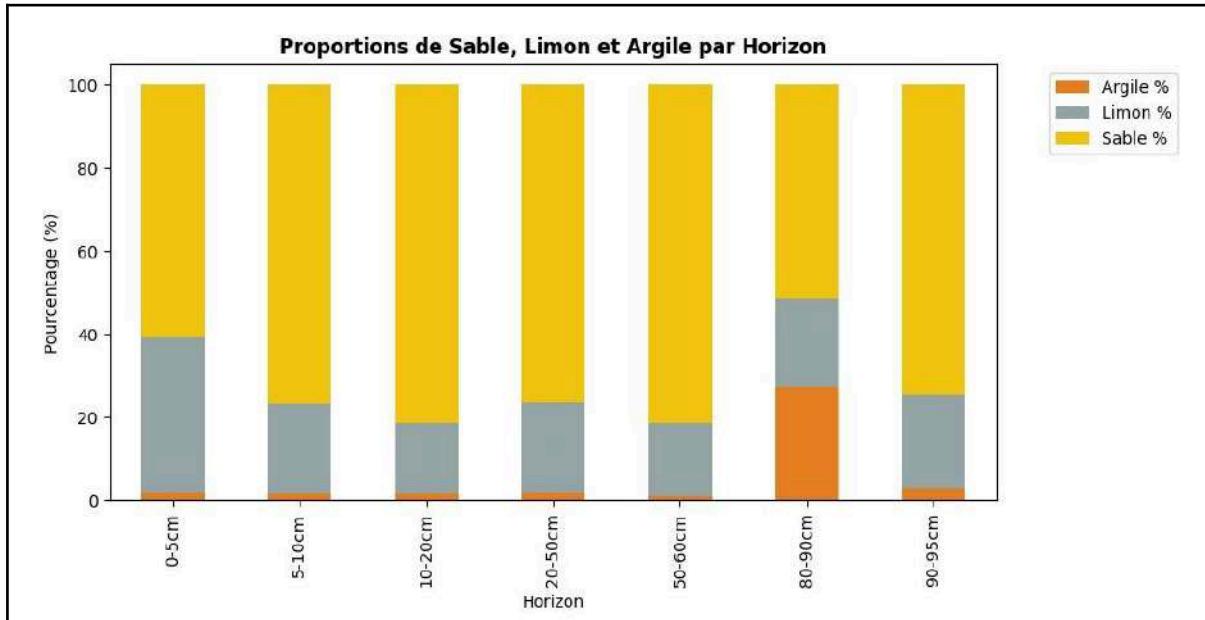
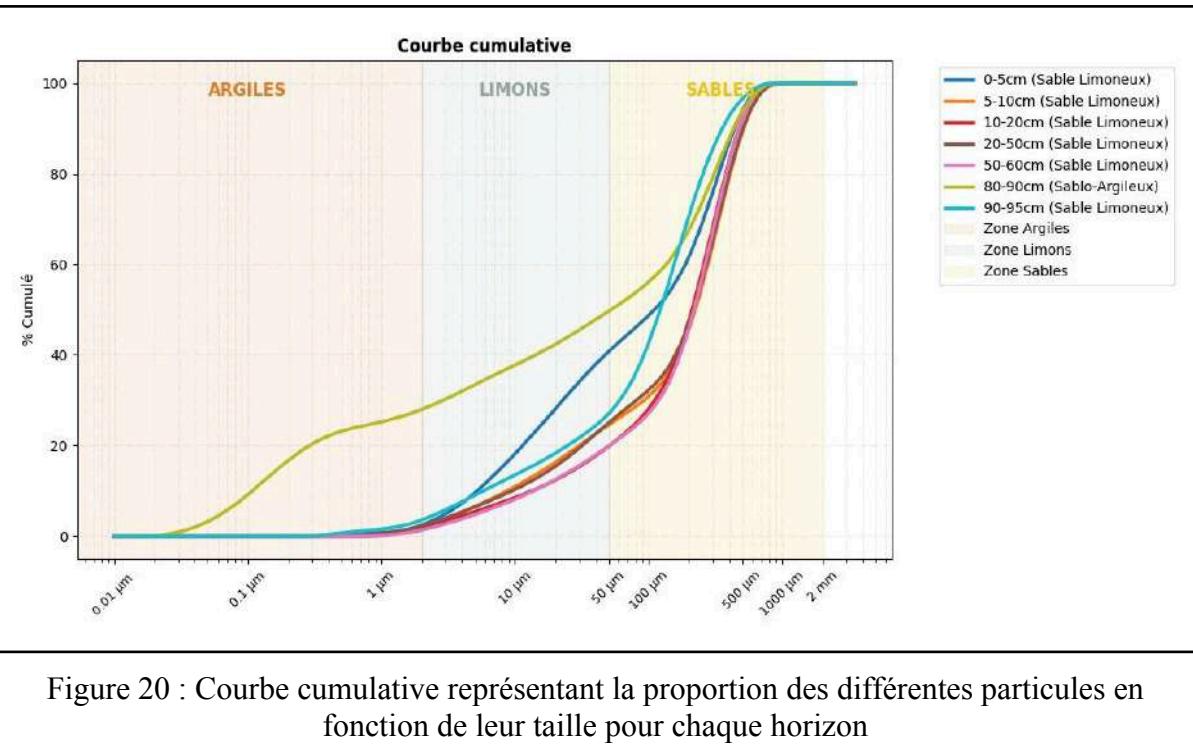


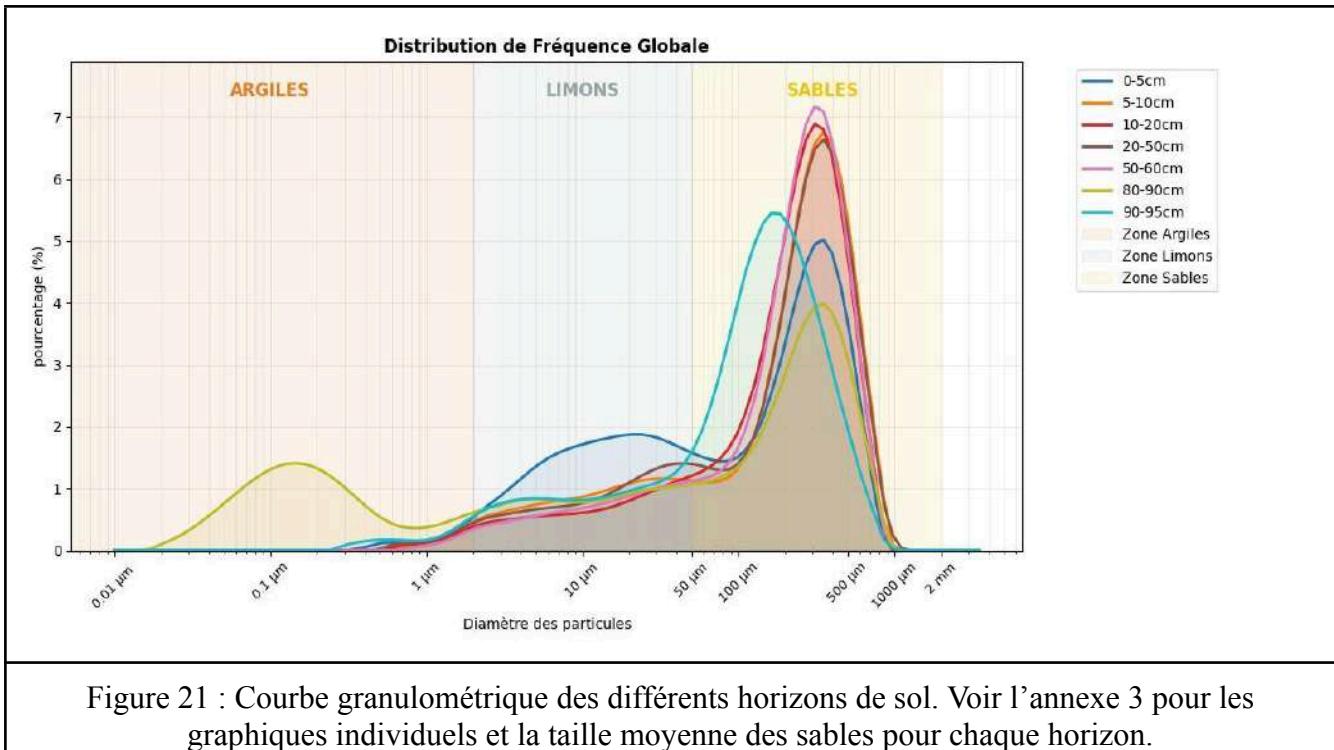
Figure 19 : Proportion de sable, limon et argile par horizon de sol

### 3.1.2 Granulométrie des horizons

La figure 20 nous montre que la répartition granulométrique est presque identique pour tous les horizons, sauf les horizons 0-5 cm et 80-90 cm, nous confirmant qu'il y a davantage de limons dans l'horizon 0-5 cm et la présence accrue d'argiles dans l'horizon 80-90 cm. On observe une augmentation brutale de la pente de la courbe, pour tous les horizons, au niveau des sables aux alentours de 200  $\mu\text{m}$ , excepté pour l'horizon 90-95 cm dont le mode est décalé vers les fractions plus fines. Cela indique que les sables y sont donc globalement plus petits.



La figure 21 et l'annexe 3 (courbes granulométriques des horizons de sol et taille moyenne des sables) confirment cela : on observe un pic similaire autour de 300 à 330 µm pour les horizons 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-50 cm, 50-60 cm et 80-90 cm. L'horizon 90-95 cm, quant à lui, possède des sables plus hétérométriques (on l'observe grâce à sa courbe plus aplatie et moins centrée sur une valeur) dont la taille moyenne est inférieure de 100 µm par rapport aux sables des horizons supérieurs. Cette différence peut signifier la différence d'origine entre les sables inférieurs à la profondeur 90 cm, et les sables supérieurs, déposés ultérieurement. Les pics assez prononcés pour les sables pour les horizons supérieurs nous indiquent qu'ils peuvent être considérés comme homométriques, leur taille moyenne variant d'environ 300 à 330 µm.



### 3.1.3 Discussion sur l'origine des sables

La notice de la carte géologique d'Amboise indique que les formations alluviales anciennes (Fv) au sud-est de Montlouis-sur-Loire, où se trouve le sol étudié, contiennent des sables fins, limoneux en surface, dont des particules de quartz éolisées sont présentes.

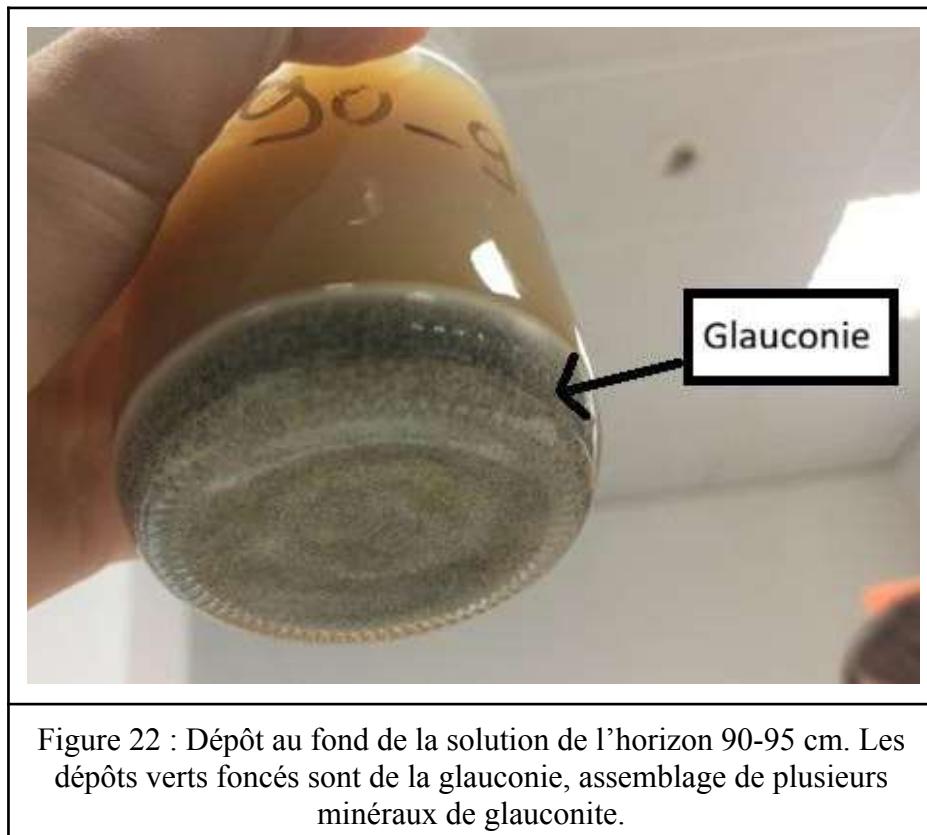
L'analyse de l'horizon 0-5 cm confirme la présence de limons en surface, et l'analyse granulométrique de tous les horizons indique qu'ils contiennent tous une grande proportion de sable majoritairement fin, et pour les horizons situés à moins de 90 cm de profondeur, l'homométrie de ces sables dont la moyenne tourne autour de 300 à 330  $\mu\text{m}$  semble confirmer la nature éolienne des grains de quartz.

Grâce à toutes ces informations, nous pouvons conclure qu'il s'agit très probablement de sables éoliens.

L'horizon 90-95 cm semble confirmer qu'il ne s'agit pas des mêmes sables : en effet, il s'agit d'un horizon de tuffeau altéré, la répartition des sables est donc plus hétérométrique et leur diamètre plus faible. De plus, nous avons remarqué que les dépôts de cet horizon en suspension contenaient de la glauconie (figure 22), un assemblage de minéraux argileux ferrifères (riches en  $\text{Fe}^{3+}$ ), que l'on peut observer sous forme de grains vert foncé de 0.1 à

3mm (Foucault *et al.*, 2020), ne se formant que par altération de biotite ou de verre volcanique au cours de la diagenèse en milieu marin, et présente dans le tuffeau.

L'horizon 80-90 cm contient une proportion d'argiles plus élevée que le reste des horizons. Ces argiles sont très probablement de la glauconie issue de l'altération de la roche-mère, le tuffeau. Si nous avions pu accéder à l'horizon 60-80 cm, absent de nos analyses, nous aurions pu délimiter une limite précise pour ce forage entre la roche-mère altérée et l'horizon sableux d'origine éolienne, limite qui varie selon la localisation des sondages dans la forêt mais qui semble se situer aux alentours de 60cm. Une analyse de lame mince au microscope pourrait également nous informer davantage sur la nature des minéraux présents dans le sol.



### 3.2. Les sols du Parc

Suite à une analyse des sondages réalisés par les étudiants de Master puis la réalisation de plusieurs sorties de terrain additionnelles, 59 fiches de sondages ont été considérées comme exploitables (tableau 4).

Tableau 4 : Les sondages réalisés							
	Master				CPES		Total
	Rouge	Jaune	Vert	Bleu	22/11	18/12	
campagnes de sondage	Rouge	Jaune	Vert	Bleu	22/11	18/12	
sondages réalisés	13	13	13	13	7	8	67
fiches manquantes	R1	J12	V1	B10	Ø	Ø	4
fiches non exploitables	R8	J1, J2	V11	Ø	Ø	Ø	4
sols non déterminés	Ø	Ø	Ø	Ø	106	Ø	1
<b>fiches exploitables</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>59</b>
numérotation	1-11	12-21	22-32	33-44	106-107	201-208	

Les coordonnées de chacun des sondages étant connues, elles ont été importées et traitées dans QGis. En associant une couleur propre à chacun des sols, il est possible d'avoir une idée de l'étendue de ces derniers (annexe 2). Néanmoins, il est intéressant de préciser davantage leurs limites, et il est alors nécessaire de comprendre ce qui les caractérise et leur formation.

En effet, la pédogénèse est dépendante de cinq facteurs : le climat, les organismes vivants, le temps qu'a eu le sol pour se développer, le relief, et enfin le matériau parental. A l'échelle du parc du château, on estime que le climat et les organismes vivants ne varient pas (à l'exception de l'impact anthropique) ; la géologie et la topographie sont donc les seuls paramètres susceptibles d'influencer la pédogénèse. Ainsi, les limites entre les sols ont été établies dans QGis à l'aide de la carte géologique Alcaydé et al (1968) géoréférencée et des courbes de niveau, obtenues à partir du MNT (modèle numérique de terrain, soit une carte des altitudes).

À la suite de l'analyse de l'ensemble des fiches de sondages, 9 types de sols ont été identifiés (tableau 5).

Tableau 5 : Les différents sols et les numéros des sondages correspondants

Nom du sol	Sondages
Anthroposol	1 (R2), 4 (R5), 7 (R9), 11 (R13), 21 (J13), 22 (V2), 29 (V9), 32 (V13)
Brunisol sableux issu de sable éoliens, épaisseur sable > 60 cm	33 (B1), 34 (B2), 5 (B3), 36 (B4), 37 (B5), 38 (B6), 39 (B7), 42 (B11), 43 (B12), 44 (B13), 107, 207
Brunisol sableux issu de sables éoliens, épaisseur sable < 60cm	13 (J3), 17 (J8), 20 (J11), 41 (B9), 101, 102, 103, 105, 205
Brunisol argileux épais	2 (R3), 9 (R11), 19 (J10), 104, 206, 208
Calcisol issu de c3c	15 (J5), 16 (J7), 18 (J9), 40 (B8)
Planosol sédimorphe	R10, 12 (J2), 14 (J4)
Colluviosol carbonaté sableux moyennement épais	3 (R4), 5 (R6), 6 (R7), 10 (R12), 28 (V8)
Colluviosol carbonaté sableux épais	26 (V6), 27 (V7), 30 (V10), 31 (V12), 203
Brunisol luvique d'alluvions anciennes	23 (V3), 24 (V4), 25 (V5), 201, 202, 204

### 3.2.1 Anthroposol

La dénomination d'Anthroposol regroupe l'ensemble des sols remaniés, c'est-à-dire les sols dont les horizons pédologiques ont été modifiés, déplacés ou mélangés, le plus souvent par l'action de l'Homme. Les horizons observés ne présentent pas de continuité pédologique et semblent sans lien entre eux. En effet, les descriptions de ces sondages sont très hétérogènes, traduisant un remaniement important des matériaux et justifiant la classification en Anthroposol (cf. annexe 19).

Deux zones fortement anthropisées ont été identifiées. Un plan du parc de la Bourdaisière datant de 1770 fourni par M. Toutain (figure 23) permet de distinguer une zone remaniée. En 1770 s'y trouvaient notamment des murs, aujourd'hui absents, qui étaient destinés à établir des terrasses. Bien que ces murs ne soient plus visibles, on constate néanmoins leur présence par des ruptures de pentes. Les sondages réalisés dans cette zone sont donc majoritairement des Anthroposols.

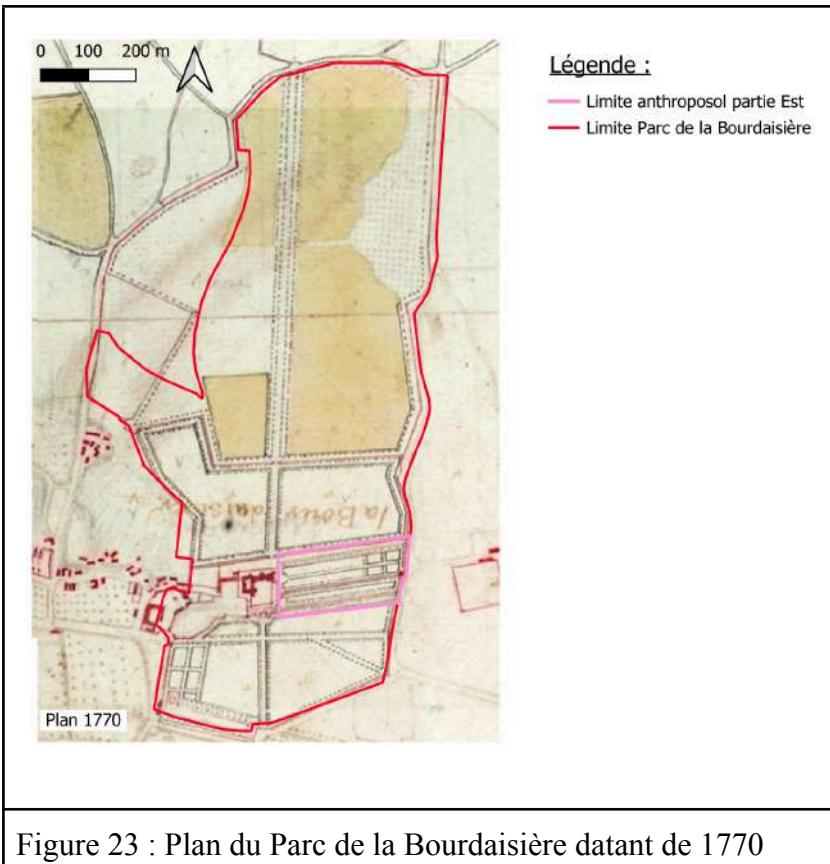


Figure 23 : Plan du Parc de la Bourdaisière datant de 1770

Plus à l'ouest, la partie à proximité immédiate du château a été aménagée pour celui-ci. Bien qu'aucun sondage n'ait été effectué dans cette zone, il est très probable que ces sols soient des Anthroposols. De plus, la partie au sud du château est occupée par un glacis, c'est-à-dire un talus incliné d'origine anthropique (figure 24). Les sols se trouvant au niveau de ce glacis ont alors eux aussi été remaniés, justifiant de classer cette zone en Anthroposol.



Figure 24 : orthophotographie montrant le glacis

### 3.2.2 Brunisols

La partie Nord, haute et plane du parc de la Bourdaisière est marquée par la présence d'une forêt de feuillus, et de résineux localement, qui occupe sa surface. La géologie, quant à elle, est caractérisée par la présence d'alluvions anciennes hautes, notées Fv. Cette couche géologique est au-dessus d'une couche d'argiles à silex (Rs), elle-même au-dessus d'une couche de tuffeau jaune de Touraine (c3c). On note qu'en fonction des faciès du tuffeau et de la topographie notamment, la couche d'argiles à silex n'est pas toujours développée au-dessus du tuffeau.

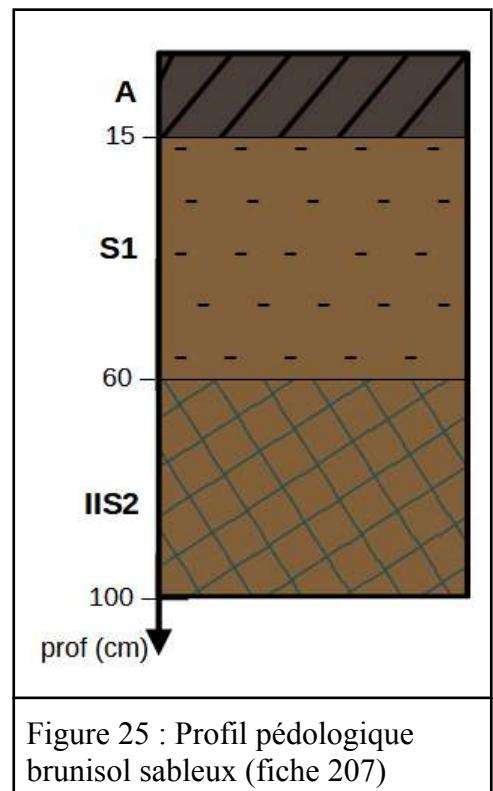
Sur toute cette surface, les sols sont caractérisés par la présence d'un horizon structural d'altération S épais et ne réagissent pas au test HCl. Or, selon le référentiel pédologique de l'AFES, les sols présentant «un horizon structural S très bien développé [...] jamais calcaire» sont des Brunisols. Selon la topographie et le substrat, on distingue 3 Brunisols sensiblement différents.

#### a) Brunisol sableux issu de sables éoliens, épaisseur sable > 60 cm

Sur la figure 25, un profil pédologique type des sols observés suivant la fiche du sondage n°207, on observe que ce sol est moyennement épais et non carbonaté. Il est constitué d'un horizon organo-minéral de surface (A) sableux suivi d'un horizon structural d'altération (S) sableux dont l'épaisseur est supérieure à 60 cm.

Plus en profondeur, la texture change nettement, passant d'une texture sableuse à argileuse dans l'horizon S2. Cette texture argileuse s'explique par un phénomène de décarbonatation du substrat de ce sol, le tuffeau jaune, libérant des argiles. On note que cette formation d'argiles de décarbonatation a conduit, lorsque le tuffeau contenait des tests siliceux, à la formation d'une couche géologique supérieure : les argiles à silex (Rs). Ainsi la plupart des Brunisols présentent un substrat Rs.

Le sable présent dans les horizons supérieurs témoigne d'un apport sableux limité en épaisseur (cf. annexe 17). En effet, il est indiqué sur la carte géologique, que la couche supérieure sont des formations alluviales anciennes hautes, mais l'analyse granulométrique



effectuée en 3.1 confirme la présence de sables éoliens dans ces sols. Ces sables éoliens se sont déposés après le tuffeau sur le sol, marquant une discontinuité pédologique majeure. Cette discontinuité entre tuffeau et sable éolien est indiquée par le signe "II" devant l'horizon S2. Aussi, dans la partie 3.3 de ce rapport, des analyses granulométriques permettent d'avancer l'origine éolienne des apports sableux.

La délimitation cartographique de ce sol a été réalisée en prenant en compte le Brunisol suivant.

### b) Brunisol sableux épaisseur sable < 60 cm

Ce sol, visible sur la figure 26, présente les mêmes caractéristiques pédologiques que le précédent, mais se distingue par un plus faible développement en épaisseur de l'horizon S sableux qui est inférieur à 60 cm (cf. annexe 4).

Cette épaisseur plus faible est due à l'influence de la topographie. En effet, ces sols se situent en limite de plateau, sur une zone en légère pente, induisant probablement une certaine érosion. La limite entre ces deux premiers sols a ainsi été établie en suivant les courbes de niveau.

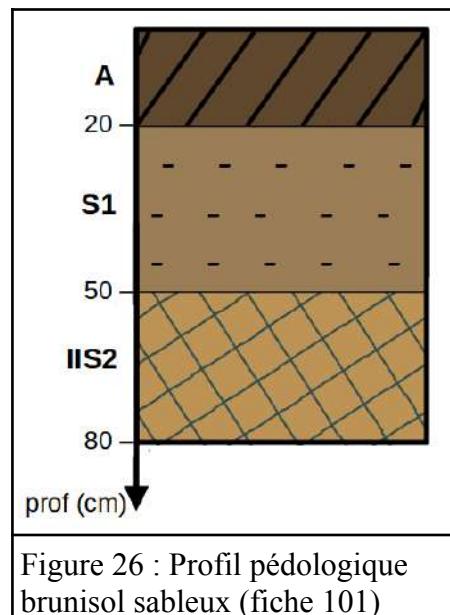


Figure 26 : Profil pédologique brunisol sableux (fiche 101)

### c) Brunisol argileux épais

La figure 27, un profil du sol n°206, montre un sol épais, avec une profondeur supérieure à 120 cm, et ne présentant pas de carbonates. Le profil débute par un horizon A sableux, suivi d'un horizon S de texture argilo-limoneuse. En profondeur, apparaît un horizon S2 de texture argileuse marqué par la présence de taches de rouille témoignant d'un caractère hydromorphe (cf. annexe 16). Ce sol diffère des autres Brunisols par une présence de sable bien plus faible dans l'horizon S1. En effet, ces Brunisols argileux épais ne contiennent pas - ou peu - de sables des formations alluviales anciennes hautes (Fv). Leur délimitation cartographique a donc suivi la limite de la couche de dépôt de Fv (figure 3).

Ce Brunisol est davantage évolué qu'un sol reposant directement du tuffeau tel qu'un Calcisol.

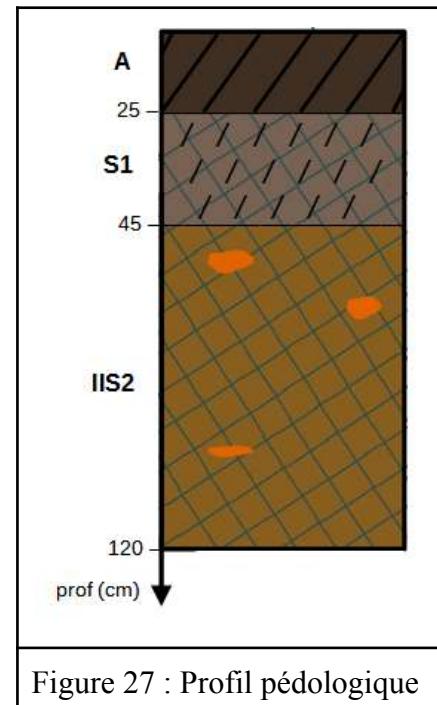
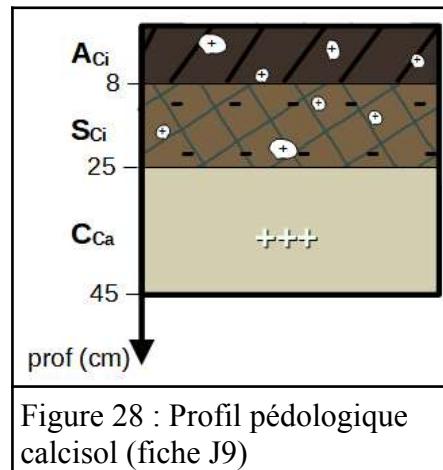


Figure 27 : Profil pédologique brunisol argileux (fiche 206)

### 3.2.3 Calcisol issu de c3c

Les Calcisols sont issus de la couche géologique c3c et présentent une épaisseur comprise entre 30 et 80 cm, traduisant un faible développement.

Sur le Calcisol décrit par la figure 28, on observe un horizon minéral de profondeur C calcaire. C'est un horizon où se déroule la fragmentation et l'altération du tuffeau, la roche mère, riche en carbonates. Les horizons superficiels ont subi une décarbonatation. Les ions calcium, produits de la réaction de décarbonatation, sont retenus et adsorbés par les colloïdes du sol, étant chargés négativement. On observe donc un horizon S calcique riche en argile et ne réagissant pas à l'HCl (cf. annexe 20).



Le tuffeau du Turonien supérieur constituant la roche mère du sol, celui-ci a été déterminé en superposant et en suivant la couche c3c sur la carte géologique (figure 3). Néanmoins, on observe un cas particulier : le sondage n°40 (B8). Ce sondage a été classé en Calcisol issu de c3c alors qu'il se situe au milieu de la zone de Brunisol dont le substrat correspond à des argiles à silex. Cette observation peut être justifiée par les différents faciès du tuffeau. On peut faire l'hypothèse que dans la zone de ce sondage, le faciès grès calcaire est plus dur : son altération a donc été plus faible, conduisant à la formation de ce qui peut s'apparenter à une boutonnière où le tuffeau est quasi affleurant. Sur QGis, un cercle a été numérisé autour de ce sondage, cependant celui-ci pourrait être plus grand, plus petit, ou occuper une autre forme, mais le manque de sondage autour de ce point ne permet pas une plus grande précision.

### 3.2.4 Planosol sédimorphe

Les Planosols sont liés à une circulation latérale de l'eau, la pente doit donc être suffisante pour permettre cette circulation qui conduit à la formation de l'horizon appauvri E caractéristique de ces sols. Un sondage classé en planosol se trouve à l'ouest du parc, en limite de plateau. La plage cartographique de ce sol a donc été numérisée de manière à ceinturer la bordure du plateau sur son extrémité ouest.

Ce sol est épais et dépourvu de carbonates. Il se compose d'un horizon A sableux en surface, suivi d'un horizon S également sableux pouvant présenter des taches de rouille, témoignant de l'existence d'un engorgement temporaire. En dessous, un horizon éluvial E de texture argileuse, noyé et riche en éléments grossiers est observé. Enfin, le profil se termine par un horizon S argileux, possédant également des taches de rouilles et présentant un état seulement humide (cf. annexe 21).

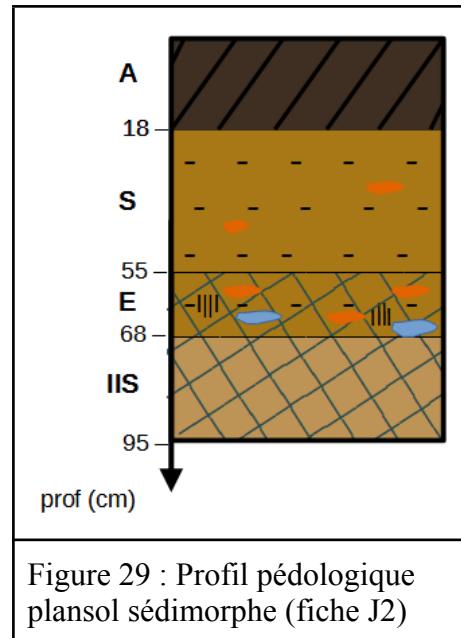


Figure 29 : Profil pédologique plansol sédimorphe (fiche J2)

### 3.2.5 Colluviosols

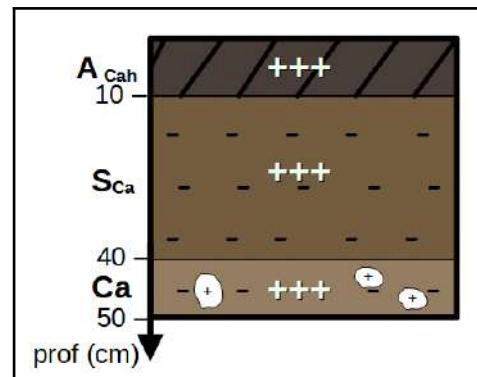
Au Sud des Anthroposols, sur la partie basse et concave du versant, des sondages ont été effectués dans la forêt. D'après la carte géologique, on se situe majoritairement sur du tuffeau du Turonien supérieur (c3c), sauf sur la partie la plus au Sud où l'on retrouve également des formations alluviales (Fz et Fx).

On retrouve majoritairement sur cette zone des sols sableux et carbonatés. On peut avancer l'hypothèse que les sables carbonatés sont issus de l'altération du tuffeau, et plus particulièrement, du faciès calcaire sableux riche en grains de quartz et pauvre en glauconie. Cette épaisseur de sable résulterait alors de la place qu'occupe la zone de sol dans le relief. En effet, sur la partie convexe, le coefficient de pente augmente induisant une érosion de la partie supérieure de la roche altérée. Ainsi le sable issu du tuffeau (c3c) situé initialement sur le versant s'est trouvé déplacé par reptation de l'amont vers l'aval de la pente. L'ensemble témoigne d'un matériau colluvial peu différencié et faiblement évolué : c'est un Colluviosol. Néanmoins, pour confirmer cette hypothèse, il serait intéressant d'observer les échantillons de sable au microscope optique, puis comparer les sable entre zone de plateau et pied de versant afin de vérifier qu'ils sont de morphologie différente.

La topographie et la pente permettent de discerner deux types de Colluviosols selon leur épaisseur.

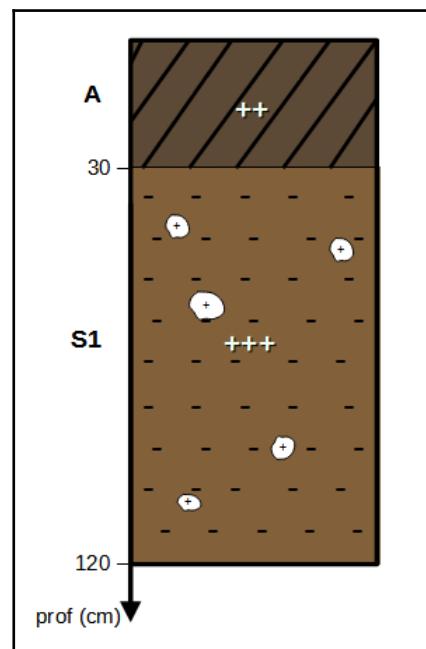
### a) Colluviosol carbonaté sableux moyennement épais

Au niveau du début de la partie basse et concave du versant, le sol est moyennement épais, avec une épaisseur comprise entre 50 et 60 cm. Il présente une texture sableuse et un caractère carbonaté sur l'ensemble de son épaisseur. L'organisation pédologique se compose d'un horizon organo-minéral de surface A reposant sur un horizon S sous-jacent (cf. annexe 22).



### b) Colluviosol carbonaté sableux épais

En bas de versant, le sol est plus épais, avec une épaisseur supérieure à 120 cm. Il est caractérisé par une texture sableuse et une forte présence de carbonates sur toute l'épaisseur du profil. La succession des horizons est similaire au précédent, avec un horizon A en surface suivi d'un horizon S (cf. annexe 16). L'importante épaisseur du sol traduit une accumulation colluviale importante et une faible différenciation pédologique. Le Colluviosol épais se trouve plus au sud, en aval du versant par rapport aux Colluviosol moyennement épais qui se trouvent plus en amont. La différence d'épaisseur s'explique facilement par la topographie. Sur QGIS c'est en suivant les courbes de niveau que la limite entre les deux a été faite.



### 3.1.6 Brunisol luvique issu d'alluvions anciennes

Ce sol est épais, dépassant 120 cm de profondeur. Il présente une texture sableuse, sans éléments grossiers, et ne montre aucune réaction à l'acide chlorhydrique, indiquant l'absence de carbonates. Le profil est constitué d'un horizon A reposant sur un horizon S (cf. annexe 11). Néanmoins, bien que d'origine alluvionnaire, le degré d'évolution pédologique relativement avancé de ce sol ne permet plus de le classer comme Fluviosol.

Ce sol est retrouvé au Sud-est du parc. Selon la carte géologique il serait issu des formations alluviales basses (Fx), c'est donc en suivant cette couche géologique (figure 32) que sa limite a été construite.

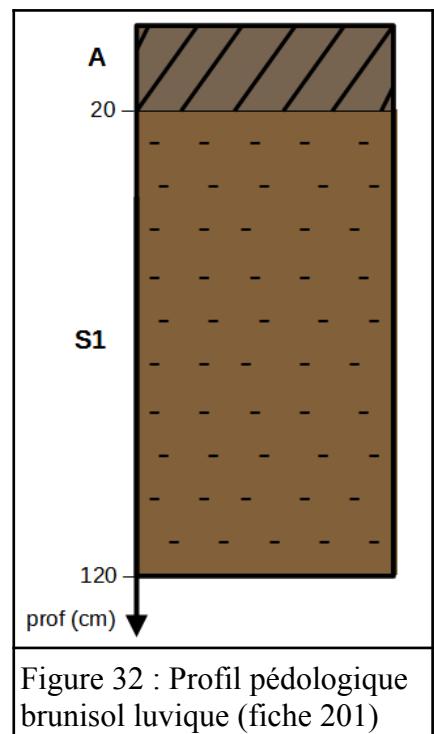


Figure 32 : Profil pédologique brunisol luvique (fiche 201)

### 3.2.7 Carte des sols du domaine de la Bourdaisière

Les différents sols observés sont donc dus aux différents faciès du Turonien et à son éventuelle altération, à des dépôts de sables éoliens, au relief et à l'influence du Cher, mais aussi de l'Homme.

L'ensemble de ces informations nous permet d'obtenir la carte ci-après (figure 33), représentant la répartition géographique des différents sols présents au sein du parc du château. Cette carte est la plus précise possible compte tenu de l'ensemble des informations à disposition, mais pourra être amenée à évoluer, en effectuant de nouveaux sondages ou analyses complémentaires. Elle montre la variabilité des sols dans le parc de la Bourdaisière, variabilité due en grande partie à la topographie et à la géologie.

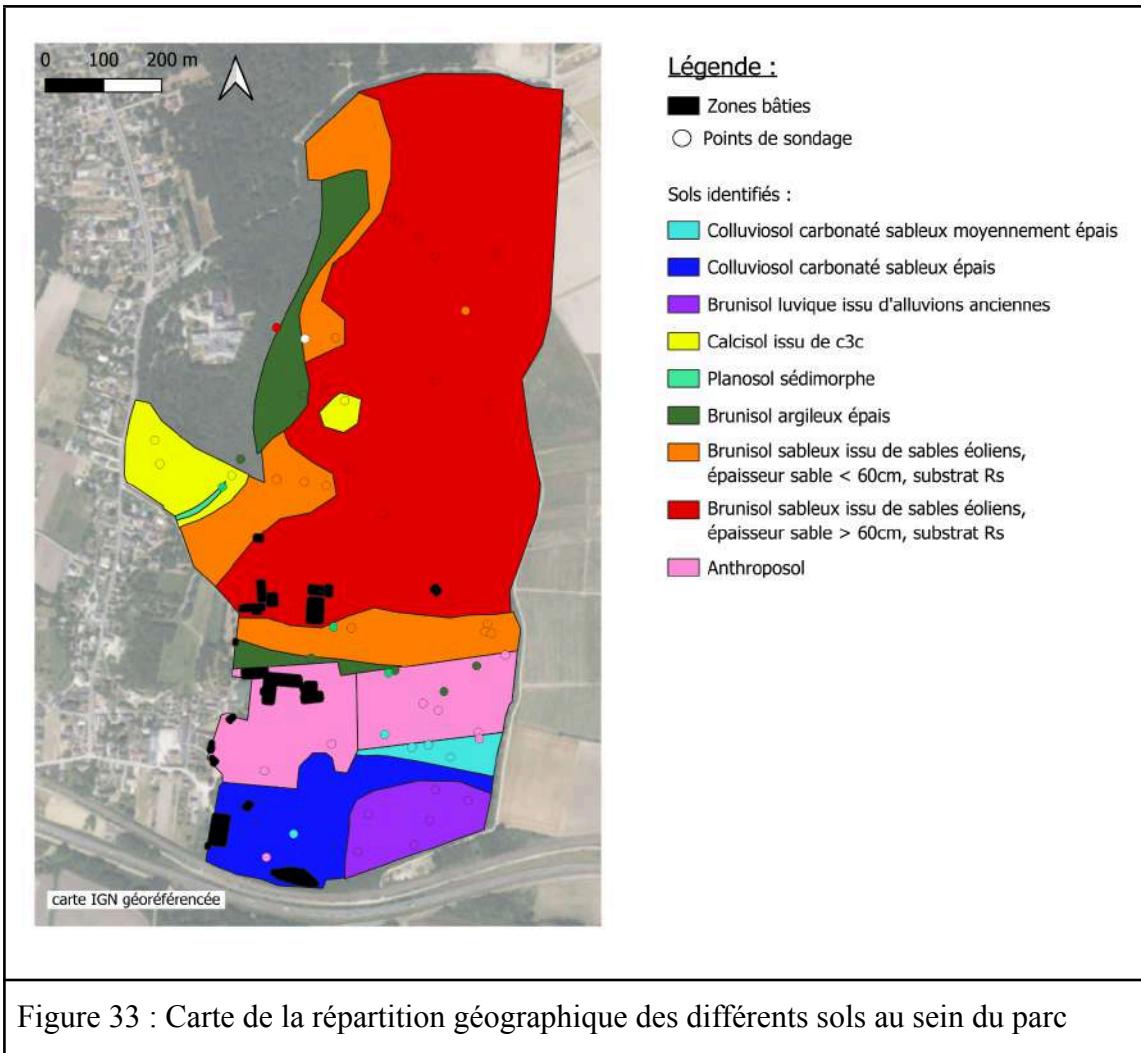


Figure 33 : Carte de la répartition géographique des différents sols au sein du parc

### 3.3. La zone cultivée

Les sols de la zone cultivée sont pour la grande majorité des Brunisols recarbonatés en surface, notamment par le chaulage. Cependant, certains sols sont très remaniés et peuvent s'apparenter à des Anthroposols.

Les valeurs de pH analysées dans cette étude proviennent de différents travaux réalisés sur le site (figure 34). Un premier jeu de données a été acquis par des étudiants de Master (en vert sur les cartes), qui ont effectué 50 mesures de pH sur l'ensemble de la zone cultivée. Puis, les données recueillies au cours de ce semestre se distinguent en trois catégories. La première correspond aux 50 mesures de pH réalisées dans la zone cultivée (en orange sur les cartes). Le deuxième ensemble est constitué du transect de 11 mesures effectué dans la zone présentant un pH plus acide (en bleu ciel sur les cartes). Enfin, le troisième ensemble est le transect forêt, réalisé à proximité immédiate de cette zone acide, et vise à

analyser l'impact potentiel de l'ancienne présence d'une vigne sur les caractéristiques du pH du sol (en rouge).



### 3.3.1 pH de la zone cultivée

L'ensemble des analyses effectuées permet d'obtenir la carte finale (figure 35) :

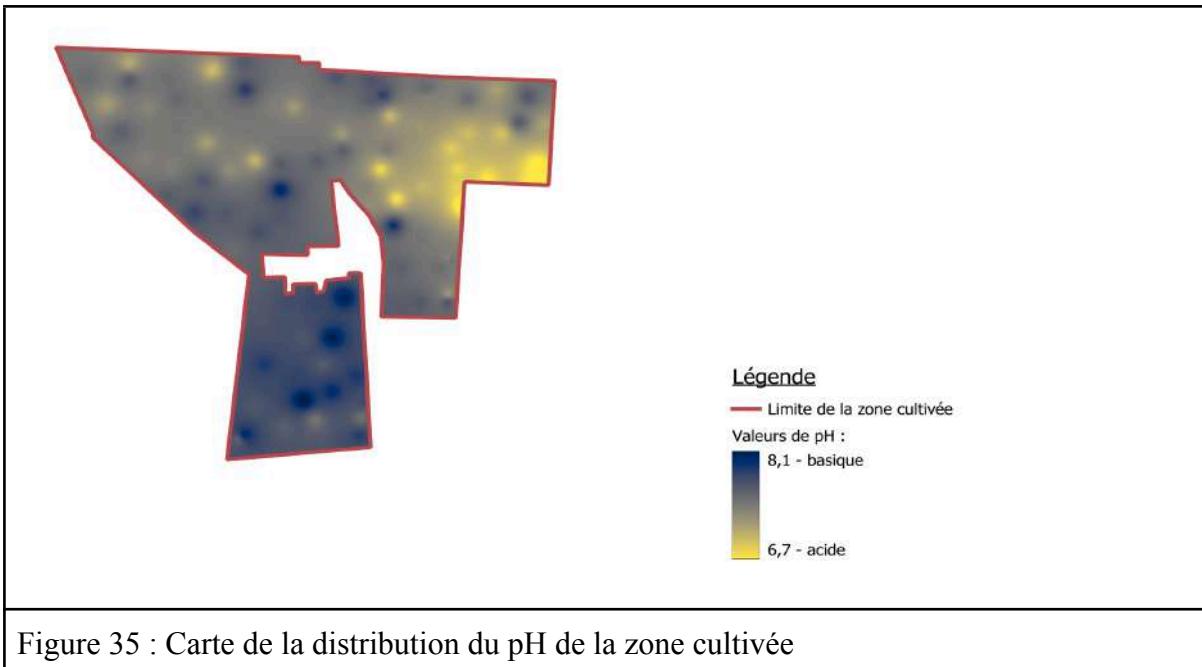


Figure 35 : Carte de la distribution du pH de la zone cultivée

Cette carte a été produite à partir de la superposition des mesures de pH effectuées entre l'année 2024 et 2025 sur la zone cultivée. Les résultats obtenus montrent que le pH évolue entre 6,7 et 8,1, mettant en évidence une variabilité de pH dans cette zone. Par ailleurs, on note que ces valeurs ne correspondent pas exactement aux valeurs maximales et minimales prélevées sur le site, il s'agit de valeurs obtenues après avoir transformé une couche vecteur en une couche raster sur QGis, constituant une première approche – imparfaite – de l'estimation du pH sur toute la zone cultivée. En réalité, la valeur la plus faible du pH mesurée dans la zone cultivée est de 6,42 quand la valeur la plus haute est de 8,2.

Par simple lecture de carte, on remarque que le potager se caractérise majoritairement par un pH de type basique. Concernant le verger, il s'agit d'une zone à pH basique tout comme la partie ouest de la parcelle de la micro ferme. On observe néanmoins une zone de sol à pH plus acide qu'on qualifie néanmoins de neutre (entre 6,5 et 7,5) à l'est de la parcelle de la micro ferme derrière la piscine. Il est important de noter que cette carte (figure 35) ne prend pas en compte l'analyse pH du transect effectué dans cette même zone car celui-ci perturbe la lecture de la carte avec un espace de données bien plus précis.

Une analyse plus poussée du pH de la zone cultivée révèle qu'il présente une moyenne de 7,48 ( $\pm 0,36$ ) et une médiane de 7,53. Ces résultats indiquent une distribution

globalement symétrique et une variabilité spatiale marquée entre la zone à pH basique et la zone à pH neutre. Ces valeurs traduisent donc un sol neutre à légèrement basique.

### 3.3.2 pH de la zone neutre

Dans le but de répondre aux interrogations de M. Toutain concernant la zone plus acide située dans la parcelle de la micro ferme, un transect pour la mesure du pH a été effectué (noté « pH transect acide » sur la carte) (figure 36).



L'analyse pH du transect acide comprend 11 points et permet de montrer qu'il ne s'agit pas d'une zone à pH acide mais d'une zone à pH neutre (pH compris entre 6,5 et 7,5). En effet, le pH du sol présente une moyenne de 6,89 ( $\pm 0,34$ ) et une médiane de 6,86, indiquant une distribution globalement symétrique. Ces valeurs traduisent donc un sol neutre à légèrement acide dans le champ à l'arrière de la piscine, avec une acidité qui varie légèrement tout au long de l'axe, le pH étant légèrement plus élevé au nord. Par ailleurs, ces points ont été mesurés en fin d'automne, une période où l'intense activité biologique et la nitrification de l'azote ammoniacal augmente, cela peut expliquer le caractère plus neutre du transect. Si les mesures de ce transect avaient été effectuées au printemps ou à l'été, le pH

aurait eu un caractère plus faible de 0,5 unité de pH en moyenne. Cette zone aurait donc probablement été qualifiée d'espace à pH acide si l'échantillonnage avait été fait au printemps (Néron *et al.*, 2021).

Il pourrait donc être intéressant d'utiliser la spécificité de cet espace à pH plus acide par rapport au reste de la zone cultivée afin d'y planter des espèces végétales adaptées, renforçant la riche collection du domaine.

### 3.3.3 pH du transect forêt

Les 4 prélèvements du transect forêt ont été réalisés dans le but d'analyser l'impact potentiel de la présence d'une ancienne vigne sur le pH du sol de la partie sud de cet espace (figure 37, vignes au Nord-Est du château). L'analyse du transect forêt (figure 34, en rouge) permet de comprendre qu'il s'agit d'une zone à pH acide. En effet, le pH du sol présente une moyenne de 5,59 ( $\pm 0,77$ ) et une médiane de 5,61, indiquant une distribution globalement symétrique. Néanmoins, la valeur relativement élevée de l'écart type dans le cadre d'une analyse pH traduit une hétérogénéité spatiale importante : nous remarquons que le pH augmente du nord vers le sud.

En effet, au sud, où se trouvaient les anciennes vignes, la forêt plantée ultérieurement y est plus récente et le pH plus élevé (figures 37 et 38). Au nord, où la forêt est plus ancienne, le pH semble plus faible (4,57). Plusieurs explications pourraient expliquer cette différence, comme la végétation acidifiante de la forêt, c'est-à-dire composée principalement de résineux tel que le pin : la forêt du nord aurait davantage acidifié le sol qu'au sud, car présente depuis plus longtemps. Cette différence pourrait également s'expliquer par des pratiques de chaulage ayant augmenté le pH lorsque les vignes étaient encore présentes.

Cependant, le faible effectif d'échantillons et les hypothèses multiples ne nous permettent pas d'affirmer avec certitude que l'ancienne présence de vigne a exercé une influence sur la nature acide des 20 cm de la couche supérieure du sol.



Figure 37 : Plan du parc du Château de la Bourdaisière dessiné en 1770



Figure 38 : Photographie aérienne de 1950-1965 sur Géoportail de la zone cultivée

Les mesures de pH réalisées dans la zone cultivée ainsi que les deux transects illustrent une forte variabilité du pH du sol dans cet espace. La connaissance de ces valeurs vont pouvoir être mobilisées par M. Toutain pour implanter de nouvelles plantes ou bien organiser au mieux l'espace.

## Conclusion

Dans ce rapport, nous avons pu faire une cartographie des sols du parc de la Bourdaisière assez précise : même si cette carte pourrait être encore précisée, elle n'en reste pas moins très représentative des sols du domaine grâce aux multiples données que nous avions à disposition comme les sondages des étudiants de Master complétés par nos propres sondages et analyses : les 9 types de sol décrits montrent la diversité pédologique pouvant être présente dans cet espace, et dont la variabilité dépend en grande partie de la topographie, de la roche-mère mais également des activités humaines. Concernant la géologie, l'analyse granulométrique d'un Brunisol sableux dans la forêt a permis de confirmer l'origine éolienne des sables de celle-ci.

L'analyse du pH de la zone cultivée a permis de proposer une carte du pH au moyen des 100 mesures effectuées. Elle a notamment permis de révéler une zone à pH plus acide au nord de la piscine, zone qui a pu être analysée plus précisément au moyen d'un transect effectué dans la zone, et qui permettra de gérer plus efficacement la zone cultivée pour y installer de nouvelles plantes adaptées en fonction du pH.

Dans l'idée que ce projet soit reconduit l'année prochaine, il pourrait être pertinent de réaliser des panneaux scientifiques à afficher dans le parc afin de mettre en valeur la diversité pédologique du parc, et par la même occasion sensibiliser sur l'importance des sols pour l'agriculture comme pour les êtres vivants et pour le climat. Ces panneaux pourraient compléter la collection de panneaux pédagogiques déjà présents dans le parc. Une autre piste pour l'année prochaine, et qui pourra éventuellement être incluse sur ces panneaux pédagogiques, est la réalisation de lames minces pour pouvoir analyser les minéraux présents dans les sols.

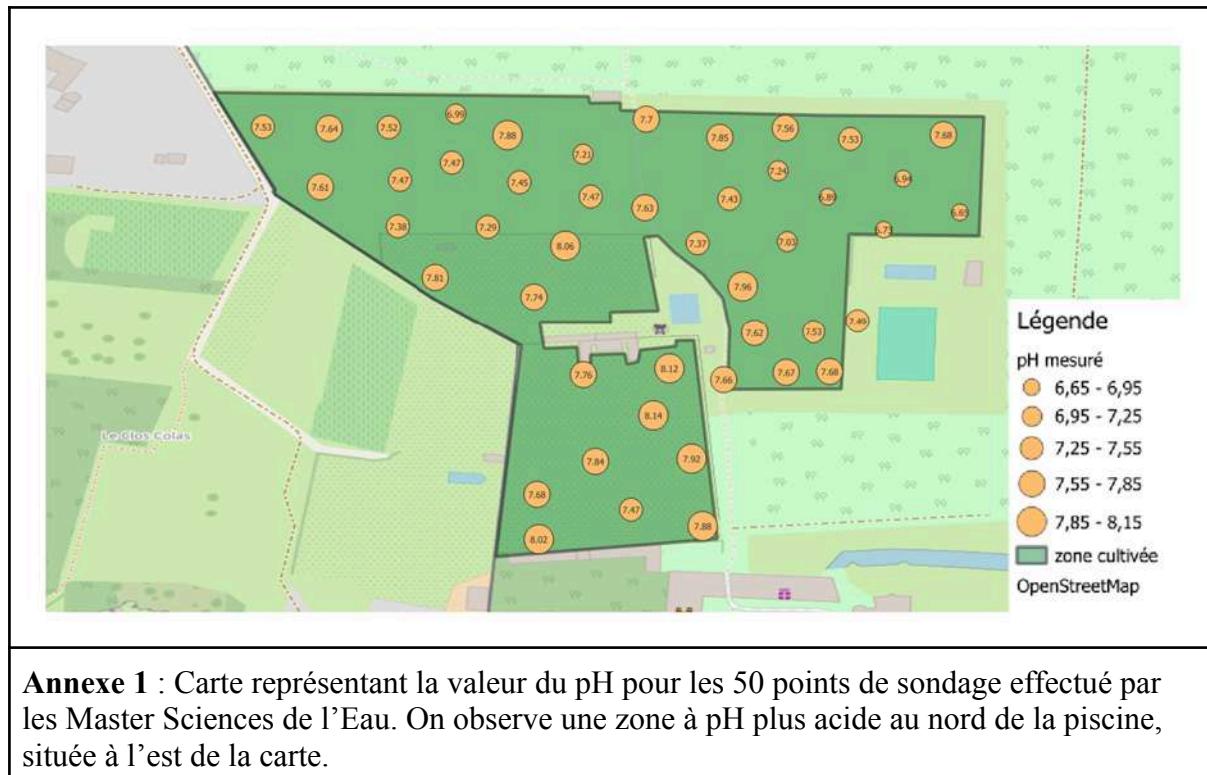
## Bibliographie

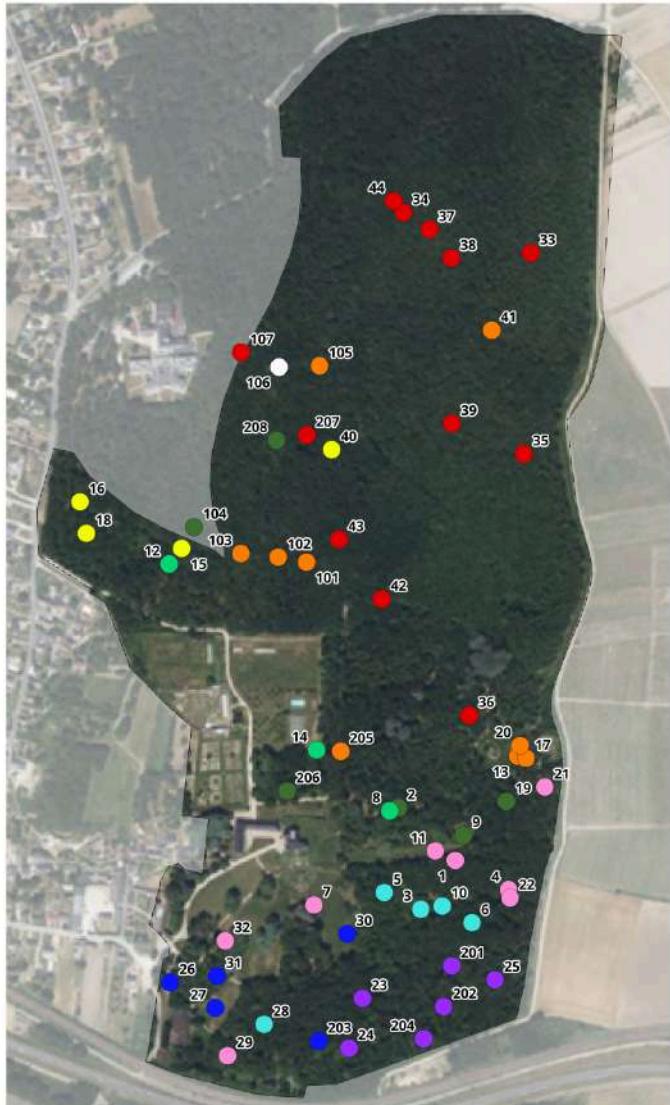
- Atlas archéologique de Touraine, FERACF - Jean-Jacques Macaire (2014)
- Carte géologique d'Amboise au 1/50000 et sa notice explicative - BRGM (*Alcaydé et al*, 1968)
- Cartographie et caractérisation des terroirs viticoles du vignoble de Montlouis-sur-Loire - Cellule Terroirs Viticoles (2010)
- Dictionnaire de Géologie, 9ème édition - Alain Foucault, Jean-François Raoult, Bernard Platevoet et Fabrizio Cecca (2020)
- Entre vallée et coteau : cartographie des sols du parc et des jardins du château de la Bourdaisière - Vanille Fredon, Robin Hakim, Gwenann Langlois, Romane Maugis, Flore Pellevoizin (2025)
- Inventaire du parc - Association des Parcs et Jardins en Région Centre, réalisé par Charlène POTILLION (2014)
- Micro-ferme de la Bourdaisière, conception inspirée de la permaculture - Claire Uzan & Gildas Véret (2014)
- Petit précis d'agronomie - Francoise Néron et Lionel Alletto, Editions France Agricole (2021)
- Référentiel pédologique - AFES (2008)

## Sitographie :

- [Château de la Bourdaisière](#)
- [Château de La Bourdaisière — Wikipédia](#)
- [Conservatoire national de la tomate](#)
- [Géoportail](#)

## Annexes



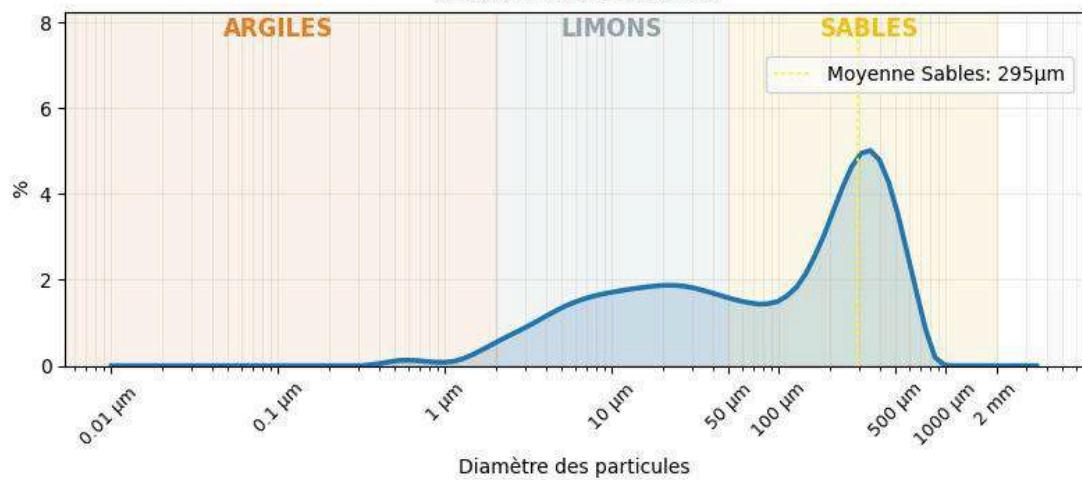


Légende :

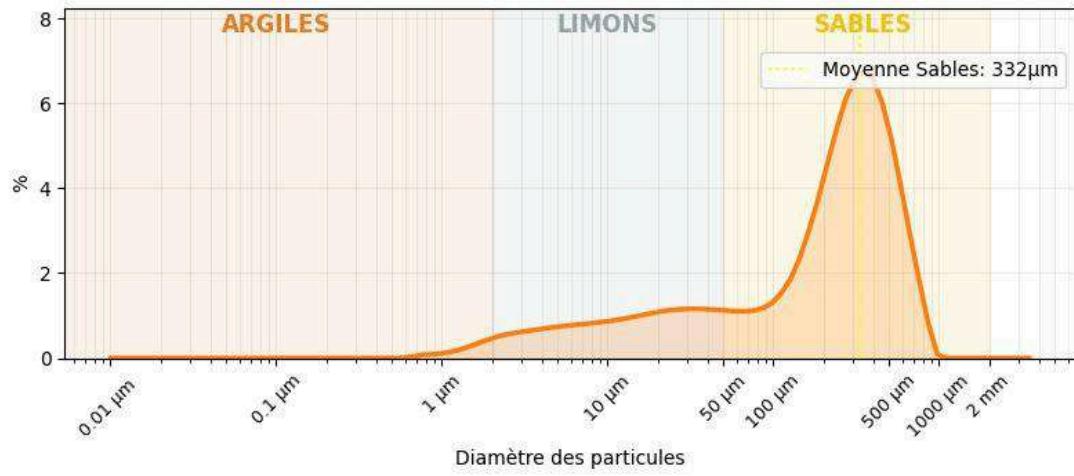
- Points de sondage : Masters (n°1-44) et CPES (n°101-107 ; 201-208)
- Colluviosol carbonaté sableux moyennement épais
  - Colluviosol carbonaté sableux épais
  - Brunisol luvique issu d'alluvions anciennes
  - Calcisol issu de c3c
  - Planosol sédimorphe
  - Brunisol argileux épais
  - Brunisol sableux issu de sables éoliens, épaisseur sable < 60cm, substrat Rs
  - Brunisol sableux issu de sables éoliens, épaisseur sable > 60cm, substrat Rs
  - Anthroposol
  - Non déterminé

**Annexe 2 :** Carte des différents points de sondage et leur classification

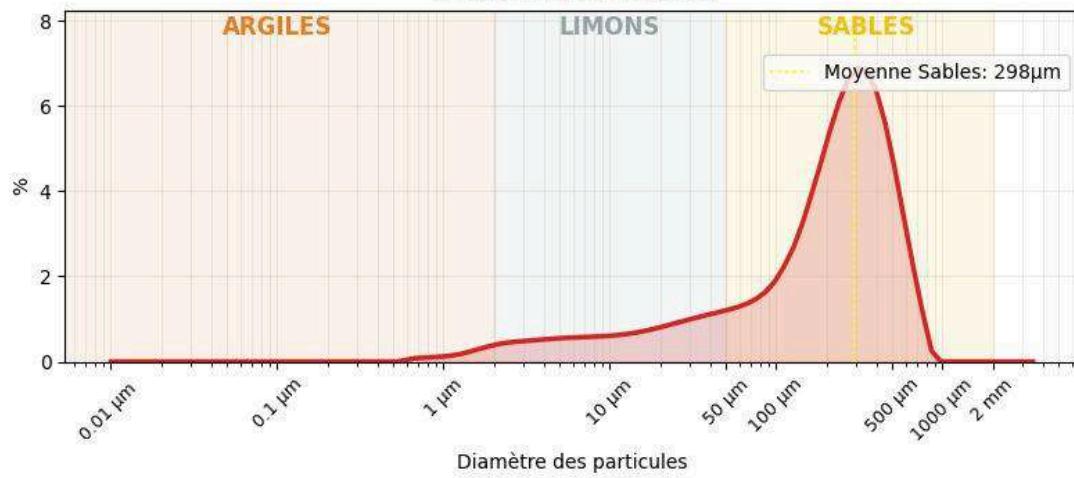
Distribution de fréquence : Horizon 0-5cm  
Texture : Sable Limoneux



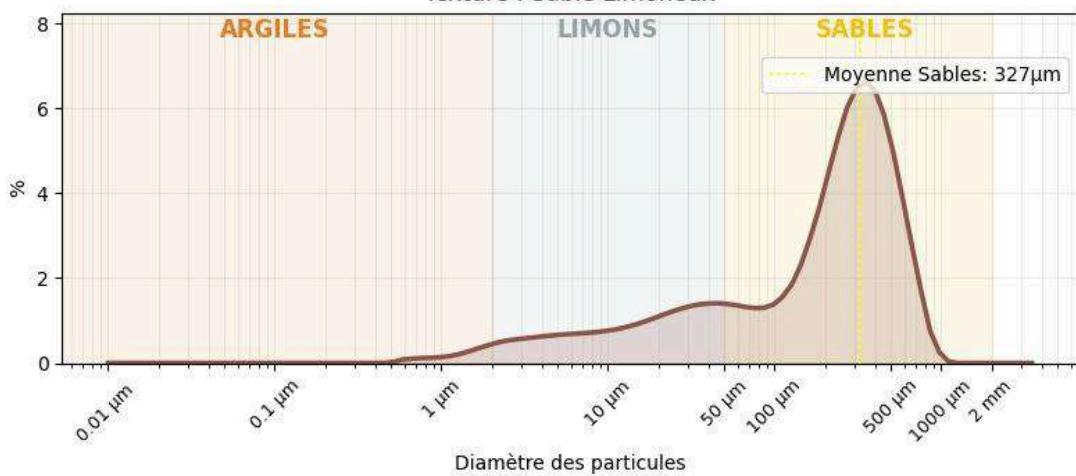
Distribution de fréquence : Horizon 5-10cm  
Texture : Sable Limoneux



Distribution de fréquence : Horizon 10-20cm  
Texture : Sable Limoneux



Distribution de fréquence : Horizon 20-50cm  
Texture : Sable Limoneux

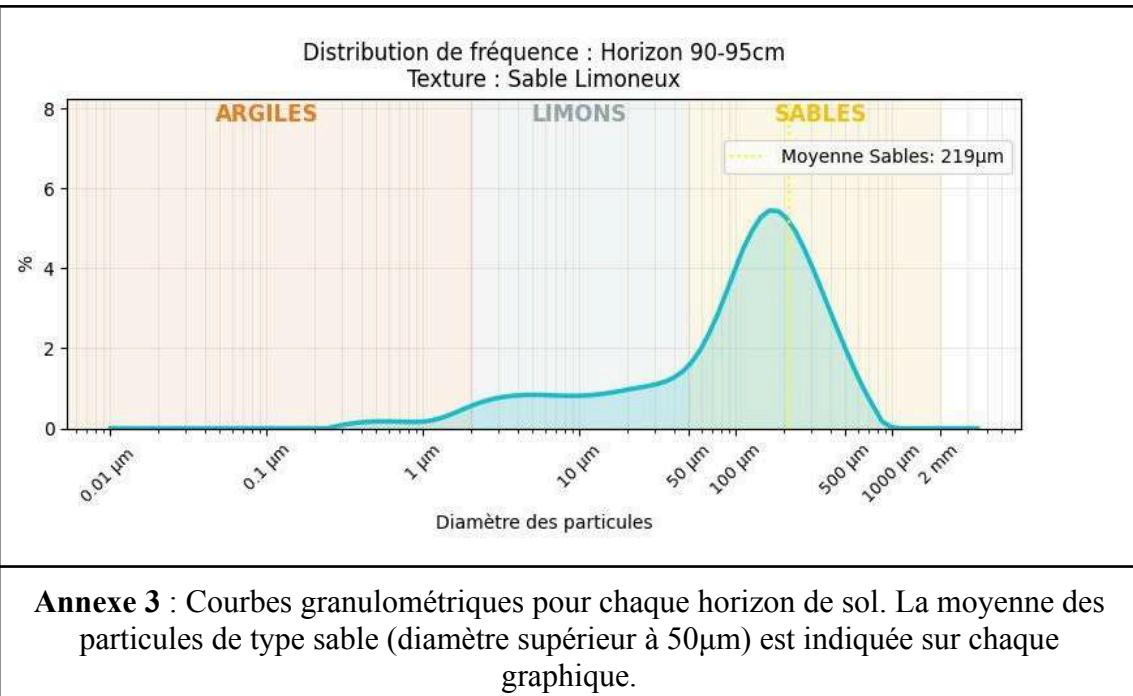


Distribution de fréquence : Horizon 50-60cm  
Texture : Sable Limoneux



Distribution de fréquence : Horizon 80-90cm  
Texture : Limon Argilo-Sableux





Date	22/11/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	nuageux	Type de sol	brunisol
Sondage N°	101	Topographie	Légère pente				
							
0 cm	A	10YR 3/3	S	0	0	0	frais
20 cm	S1	10YR 5/4	S	0	0	0	frais
40 cm	IIS	10YR 4/6	A	0	0	0	frais
60 cm	C				0		
80 cm							
100 cm							
120 cm							
Profondeur du sondage (cm)	80	Nature du substrat (si reconnaissable)	RS				
Raison de l'arrêt	Roche mère atteinte	Code couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2				
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Leu/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochthonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.	Texture	Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux				
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'H' : matériau sus-jacent allochthonie.	Eléments grossiers	0/+/++/+++, taille (millimétriques, centimétriques,...), nature (craie, silex,...)				
		Taches	0/+/-/+/, contrastées/non contrastées, couleur approximative				
		Réaction à l'HCl	0/+/-/+/++ (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)				
		Humidité	Sec/frais/humide/noyé				

**Annexe 4 : fiche 101**

Date	22/11/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	nuageux	Type de sol	brunisol
Sondage N°	102	Topographie	Légère pente				
							
0 cm	A	10YR 3/2	S	0	0	0	frais
20 cm	S1	10YR 4/4	S	0	0	0	frais
40 cm	IIS	10YR 4/6	A	+ (centi)	0	++ (rouille)	frais
60 cm	C						
80 cm							
100 cm							
120 cm							
Profondeur du sondage (cm)	75	Nature du substrat (si reconnaissable)	RS				
Raison de l'arrêt	roche compacte	Code couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2				
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Leu/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochthonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.	Texture	Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux				
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'H' : matériau sus-jacent allochthonie.	Eléments grossiers	0/+/++/+++, taille (millimétriques, centimétriques,...), nature (craie, silex,...)				
		Taches	0/+/-/+/, contrastées/non contrastées, couleur approximative				
		Réaction à l'HCl	0/+/-/+/++ (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)				
		Humidité	Sec/frais/humide/noyé				

## Annexe 5 : fiche 102

Date	22/11/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	nuageux	Type de sol	brunisol	
Sondage N°	103	Topographie	Légère pente					
Photo	0 cm	Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité
	A	10YR 3/2		S	0	0	0	frais
	SI	10YR 4/4		S	0	0	0	frais
	S2	10YR 4/4		S	++ (pluri centi)	0	0	frais
Profondeur du sondage (cm)	60	Nature du substrat (si reconnaissable)						
Raison de l'arrêt	éléments grossiers							
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison),...							
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Lei/Scu/Cca), Celluviosol (si présence horizon allochthonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.							
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'If' : matériau <i>sur-jacent</i> allochthonie.							
Couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planche), 4 : clarité (value), 2 : pureté (chroma)							
Texture	Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux							
Eléments grossiers	0/++/++/++, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)							
Taches	0/+/-/+/-, contrastées/non contrastées, couleur approximative							
Réaction à l'HCl	(0/+/-/+/- (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)							
Humidité	Sec/frais/humide/noyé							

## Annexe 6 : fiche 103

Date	22/11/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	nuageux	Type de sol	Planosol sédimorphe																																																															
Sondage N°	104	Topographie	Légère pente																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nom</th> <th>Couleur</th> <th>Texture</th> <th>Eléments grossiers</th> <th>Réaction à l'HCl</th> <th>Taches</th> <th>Humidité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>10YR 3/2</td> <td>S</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>secs</td> </tr> <tr> <td>20 cm</td> <td>S1</td> <td>10YR 4/4</td> <td>S</td> <td>0</td> <td>+</td> <td>(rouille)</td> </tr> <tr> <td>40 cm</td> <td>IIS2</td> <td>10YR 4/6</td> <td>A</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>+++ (rouille + points verts)</td> </tr> <tr> <td>60 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100 cm</td> <td>S3</td> <td>10YR 4/6</td> <td>A</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>+++ (rouille + points verts)</td> </tr> <tr> <td>120 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 								Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité	0 cm							A	10YR 3/2	S	0	0	0	secs	20 cm	S1	10YR 4/4	S	0	+	(rouille)	40 cm	IIS2	10YR 4/6	A	0	0	+++ (rouille + points verts)	60 cm							80 cm							100 cm	S3	10YR 4/6	A	0	0	+++ (rouille + points verts)	120 cm						
Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité																																																																
0 cm																																																																						
A	10YR 3/2	S	0	0	0	secs																																																																
20 cm	S1	10YR 4/4	S	0	+	(rouille)																																																																
40 cm	IIS2	10YR 4/6	A	0	0	+++ (rouille + points verts)																																																																
60 cm																																																																						
80 cm																																																																						
100 cm	S3	10YR 4/6	A	0	0	+++ (rouille + points verts)																																																																
120 cm																																																																						
Profondeur du sondage (cm)	110	Nature du substrat (si reconnaissable)																																																																				
Raison de l'arrêt	Argile compacte																																																																					
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison)...																																																																					
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Lei/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochtonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.																																																																					
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'I' : matériau <u>su-jacent</u> allochtonie.																																																																					
Code couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planche), 4 : clarté (value), 2 : pureté (chroma)																																																																					
Texture	Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux																																																																					
Eléments grossiers	0/+/-/+/-, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)																																																																					
Taches	0/-/+/-/++, contrastées/non contrastées, couleur approximative																																																																					
Réaction à l'HCl	0/+/-/+/- (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)																																																																					
Humidité	Sec/frais/humide/noyé																																																																					

#### Annexe 7 : fiche 104

Date	22/11/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	nuageux	Type de sol	Brunisol ?																																																																
Sondage N°	105	Topographie	plat																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Photo</th> <th>Nom</th> <th>Couleur</th> <th>Texture</th> <th>Eléments grossiers</th> <th>Réaction à l'HCl</th> <th>Taches</th> <th>Humidité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 cm</td> <td>A</td> <td>10YR 3/2</td> <td>S</td> <td>+(pluricentimétrique)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>secs</td> </tr> <tr> <td>20 cm</td> <td>S1</td> <td>10YR 4/6</td> <td>S</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>secs</td> </tr> <tr> <td>40 cm</td> <td>S2</td> <td>10YR 5/6</td> <td>S (+ argile)</td> <td>++ (mili + centi)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>secs</td> </tr> <tr> <td>60 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>120 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> 								Photo	Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité	0 cm	A	10YR 3/2	S	+(pluricentimétrique)	0	0	secs	20 cm	S1	10YR 4/6	S	0	0	0	secs	40 cm	S2	10YR 5/6	S (+ argile)	++ (mili + centi)	0	0	secs	60 cm								80 cm								100 cm								120 cm							
Photo	Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité																																																																
0 cm	A	10YR 3/2	S	+(pluricentimétrique)	0	0	secs																																																																
20 cm	S1	10YR 4/6	S	0	0	0	secs																																																																
40 cm	S2	10YR 5/6	S (+ argile)	++ (mili + centi)	0	0	secs																																																																
60 cm																																																																							
80 cm																																																																							
100 cm																																																																							
120 cm																																																																							
Profondeur du sondage (cm)	55	Nature du substrat (si reconnaissable)																																																																					
Raison de l'arrêt	roche compacte																																																																						
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison)...																																																																						
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Lei/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochtonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.																																																																						
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'I' : matériau <u>su-jacent</u> allochtonie.																																																																						
Code couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planche), 4 : clarté (value), 2 : pureté (chroma)																																																																						
Texture	Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux																																																																						
Eléments grossiers	0/-/+/-/+/-, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)																																																																						
Taches	0/-/+/-/++, contrastées/non contrastées, couleur approximative																																																																						
Réaction à l'HCl	0/+/-/+/- (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)																																																																						
Humidité	Sec/frais/humide/noyé																																																																						

#### Annexe 8 : fiche 105

## Annexe 9 : fiche 106

Date	22/11/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	ensoleillé	Type de sol	brunisol
Sondage N°	107			Topographie	Plat après pente Rq : pas loin de l'éphad		
0 cm	A	10YR 3/2	S	0	0	0	frais
20 cm	S1	10YR 4/4	S	+ (milli)	0	0	frais
40 cm	S2	10YR 5/6	S	0	0	0	Sec à frais
60 cm							
80 cm							
100 cm							
120 cm							
Profondeur du sondage (cm)	95	Nature du substrat (si reconnaissable)					
Raison de l'arrêt	roche compacte						
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (risson)....						
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2006) : Rendisol (Aca ou Luu/Cca), Calcisol (Aca ou Luu/Seu/Cca), Calcisol (Aca ou Luu/Scf/Cca), Colluviosol (si présenter horizon alticte >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou Luu/C). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.						
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche affilée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'cl' : calcaire (naturel), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises-taches). Préfixe 'lf' : matériau sur-sec/alticte.						
0 cm	A	10YR 3/2	S	0	0	0	frais
20 cm	S1	10YR 4/4	S	+ (milli)	0	0	frais
40 cm	S2	10YR 5/6	S	0	0	0	Sec à frais
60 cm							
80 cm							
100 cm							
120 cm							
0 cm	A	10YR 3/2	S	0	0	0	frais
20 cm	S1	10YR 4/4	S	+ (milli)	0	0	frais
40 cm	S2	10YR 5/6	S	0	0	0	Sec à frais
60 cm							
80 cm							
100 cm							
120 cm							

## Annexe 10 : fiche 107

Date	18/12/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	ensoleillé	Type de sol	Brunisol luvique d'alluvions anciennes																																																								
Sondage N°	201	Topographie	Plat après pente																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nom</th> <th>Couleur</th> <th>Texture</th> <th>Eléments grossiers</th> <th>Réaction à l'HCl</th> <th>Taches</th> <th>Humidité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 cm</td> <td>A 10YR 4/2</td> <td>S</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>frais</td> </tr> <tr> <td>20 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40 cm</td> <td>S1 10YR 4/4</td> <td>S</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>frais</td> </tr> <tr> <td>60 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>120 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité	0 cm	A 10YR 4/2	S	0	0	0	frais	20 cm							40 cm	S1 10YR 4/4	S	0	0	0	frais	60 cm							80 cm							100 cm							120 cm						
Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité																																																									
0 cm	A 10YR 4/2	S	0	0	0	frais																																																									
20 cm																																																															
40 cm	S1 10YR 4/4	S	0	0	0	frais																																																									
60 cm																																																															
80 cm																																																															
100 cm																																																															
120 cm																																																															
Profondeur du sondage (cm)	120	Nature du substrat (si reconnaissable)																																																													
Raison de l'arrêt	Fin tarière																																																														
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison)...																																																														
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Leu/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochthonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.																																																														
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'If' : matériau <u>su-jacent</u> allochthonie.																																																														
Code couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planche), 4 : clarté (value), 2 : pureté (chroma)																																																														
Texture	Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux																																																														
Eléments grossiers	0/+/++/+++, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)																																																														
Taches	(0/+/-/+/-, contrastées/non contrastées, couleur approximative)																																																														
Réaction à l'HCl	(0/+/-/+/- (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers))																																																														
Humidité	Sec/frais/humide/noyé																																																														

### Annexe 11 : fiche 201

Date	18/12/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	ensoleillé	Type de sol	Brunisol luvique d'alluvions anciennes																																																								
Sondage N°	202	Topographie	Plat après pente																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nom</th> <th>Couleur</th> <th>Texture</th> <th>Eléments grossiers</th> <th>Réaction à l'HCl</th> <th>Taches</th> <th>Humidité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 cm</td> <td>A 10YR 4/2</td> <td>S</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>frais</td> </tr> <tr> <td>20 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40 cm</td> <td>S1 10YR 4/4</td> <td>S</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>frais</td> </tr> <tr> <td>60 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>120 cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité	0 cm	A 10YR 4/2	S	0	0	0	frais	20 cm							40 cm	S1 10YR 4/4	S	0	0	0	frais	60 cm							80 cm							100 cm							120 cm						
Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité																																																									
0 cm	A 10YR 4/2	S	0	0	0	frais																																																									
20 cm																																																															
40 cm	S1 10YR 4/4	S	0	0	0	frais																																																									
60 cm																																																															
80 cm																																																															
100 cm																																																															
120 cm																																																															
Profondeur du sondage (cm)	120	Nature du substrat (si reconnaissable)																																																													
Raison de l'arrêt	Fin tarière																																																														
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison)...																																																														
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Leu/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochthonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.																																																														
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'If' : matériau <u>su-jacent</u> allochthonie.																																																														
Code couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planche), 4 : clarté (value), 2 : pureté (chroma)																																																														
Texture	Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux																																																														
Eléments grossiers	0/+/++/+++, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)																																																														
Taches	(0/+/-/+/-, contrastées/non contrastées, couleur approximative)																																																														
Réaction à l'HCl	(0/+/-/+/- (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers))																																																														
Humidité	Sec/frais/humide/noyé																																																														

### Annexe 12 : fiche 202

Date	18/12/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	ensoleillé	Type de sol	Colluviosol carbonaté sableux épais						
Sondage N°	203	Topographie	Plat										
													
0 cm	A 10YR 3/2	S	0	+	0	frais							
20 cm													
40 cm	S1 10YR 4/4	S	+ (carbonatés)	+++	0	frais							
60 cm													
80 cm													
100 cm													
120 cm													
Profondeur du sondage (cm)	120	Nature du substrat (si reconnaissable)											
Raison de l'arrêt	Fin tarière												
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison),...												
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aci ou Lca/Cca), Calcisol (Aci ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Lch/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochthon >40cm épaisseur), Brunisol (A ou L/S/C). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.												
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ci' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'H' : matériau <i>sous-jacent</i> allochthon.												
Couleur Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planché), 4 : clarté (value), 2 : pureté (chroma)													
Texture Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux													
Eléments grossiers 0/+/-/+/-, taille (millimétriques, centimétriques,...), nature (craie, silex,...)													
Taches 0/-/+/-/++, contrastées/non contrastées, couleur approximative													
Réaction à l'HCl 0/+/-/+/- (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)													
Humidité Sec/frais/humide/moy													

### Annexe 13 : fiche 203

Date	18/12/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	ensoleillé	Type de sol	Brunisol luvique d'alluvions anciennes						
Sondage N°	204	Topographie	Plat										
													
0 cm	A 10YR 4/2	S	0	+	0	frais							
20 cm													
40 cm	S1 10YR 4/4	S	0	0	0	frais							
60 cm													
80 cm													
100 cm													
120 cm													
Profondeur du sondage (cm)	120	Nature du substrat (si reconnaissable)											
Raison de l'arrêt	Fin tarière												
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison),...												
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aci ou Lca/Cca), Calcisol (Aci ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Lch/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochthon >40cm épaisseur), Brunisol (A ou L/S/C). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.												
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ci' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'H' : matériau <i>sous-jacent</i> allochthon.												
Couleur Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planché), 4 : clarté (value), 2 : pureté (chroma)													
Texture Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux													
Eléments grossiers 0/+/-/+/-, taille (millimétriques, centimétriques,...), nature (craie, silex,...)													
Taches 0/-/+/-/++, contrastées/non contrastées, couleur approximative													
Réaction à l'HCl 0/+/-/+/- (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)													
Humidité Sec/frais/humide/noyé													

## Annexe 14 : fiche 204

Date	18/12/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	ensoleillé	Type de sol	Brunisol sableux issu de sables éoliens, épaisseur sable < 60cm, substrat ASi		
Sondage N°	205	Topographie	Plat						
		Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité	
		0 cm	A	7,5YR 3/2	S	0	0	0	fraîs
		20 cm	S1	10 YR 6/4	S	0	0	0	sec
		40 cm	S2	10YR 6/6	S	+++ (plurimillimétrique)	0	0	sec
		60 cm							
		80 cm							
		100 cm							
		120 cm							
Profondeur du sondage (cm)	50	Nature du substrat (si reconnaissable)							
Raison de l'arrêt	Trop compacte								
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison),...								
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcais (Aci ou Lei/Scu/Cca), Celluviosol (si présence horizon allochthonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxy' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.								
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'If' : matériau <i>sur-jacent</i> allochthonie.								
Couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planche), 4 : clarité (value), 2 : pureté (chroma)								
Texture	Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux								
Eléments grossiers	0/+/++/+++, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)								
Taches	0/+/++/+++, contrastées/non contrastées, couleur approximative								
Réaction à l'HCl	0/+/++/++ (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)								
Humidité	Sec/frais/humide/noyé								

## Annexe 15 : fiche 205

Date	18/12/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	ensoleillé	Type de sol	Brunisol argileux épais		
Sondage N°	206	Topographie	Plat						
	0 cm	Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité	
	A	10 YR 2/2		S	0	0	0	frais	
20 cm	S1	7,5 YR 4/2		LA	+	(plurimillimétrique)	0	0	frais
40 cm	IIS2	10YR 4/6		A	0		0	++	Sec à (rouille) frais
60 cm									
80 cm									
100 cm									
120 cm									
Profondeur du sondage (cm)	120	Nature du substrat (si reconnaissable)							
Raison de l'arrêt	Fin tarière								
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison)...								
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcaisolt (Aci ou Lei/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochthonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.								
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'I' : matériau <u>sus-jacent</u> allochthonie.								
Color	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2								
Texture	10YR : teinte (planche), 4 : clarité (value), 2 : pureté (chroma)								
Eléments grossiers	0/+/++/+++, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)								
Taches	0/+/-/+/, contrastées/non contrastées, couleur approximative								
Réaction à l'HCl	0/+/-/+/ (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)								
Humidité	Sec/frais/humide/noyé								

### Annexe 16 : fiche 206

Date	18/12/2025	Caractéristiques de surface	litière	Conditions météo	nuageux	Type de sol	Brunisol sableux issu de sable éoliens, épaisseur sable > 60 cm, reposant sur altération du C3C	
Sondage N°	207	Topographie	Plat					
	0 cm	Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité
	A	7,5 YR 2,5/1		S	0	0	0	frais
20 cm	S1	10 YR 4/4		S	0	0	0	frais
40 cm	IIS2ci	10YR 4/4		A	0	0	+	frais
60 cm								
80 cm								
100 cm								
120 cm								
Profondeur du sondage (cm)	110	Nature du substrat (si reconnaissable)		C3C				
Raison de l'arrêt	Roche mère atteinte							
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison)...							
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calcaisolt (Aci ou Lei/Scu/Cca), Colluviosol (si présence horizon allochthonie >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.							
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'I' : matériau <u>sus-jacent</u> allochthonie.							
Color	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2							
Texture	10YR : teinte (planche), 4 : clarité (value), 2 : pureté (chroma)							
Eléments grossiers	0/+/++/+++, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)							
Taches	0/+/-/+/, contrastées/non contrastées, couleur approximative							
Réaction à l'HCl	0/+/-/+/ (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)							
Humidité	Sec/frais/humide/noyé							

### Annexe 17 : fiche 207

## Annexe 18 : fiche 208

Date	03/02/2025	Caractéristiques de surface	Humus, feuilles, Plante	Conditions météo	Brume/Brouillard	Type de sol	Calcsols Sol perturbé	
Sondage N°	R2	Topographie	Pente					
Photo	0 cm	Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité
	20 cm	A	10YR 3/2	A	+	0	0	Humide
	40 cm	S	10YR 4/3	A (+ racines)	+	0	0	Frais
	60 cm	S	10YR 5/4	A	+	+	0	Humide
	80 cm	S	10Y 6/3	A	+	+	0	Humide
	100 cm							
	120 cm							
Profondeur du sondage (cm)	100	Nature du substrat (si reconnaissable)						
Raison de l'arrêt	Roche							
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison),...							
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lea/Cca), Calcsol (Aca ou Lca/Sca/Cca), Calcisol (Aca ou Lei/Sei/Cca), Celluviosol (si présence horizon alluvionne >40cm épaisseur), Brunisol (A ou L/S/C). Suffixe "ca" si horizon rédoxygène présent entre 50 et 80 cm de profondeur.							
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche affleurante). Suffixe "ca" : carbonaté, suffixe "ci" : calcaire (saturé), suffixe "g" : rédoxygène (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe "H" : matériau <u>sur-jacent</u> alluvionne.							
Couleur		Selon charte Munsell. Ex : 10YR 4/2						
Texture		Selon triangle de texture. Ex. : AL = argile limoneuse, LSA : limon silico-argileux						
Eléments grossiers		0/+/-/+/-, taille (millimétriques, centimétriques,...), nature (craie, silex,...)						
Taches		0/+/-/+/-, contrastées/non contrastées, couleur approximative						
Réaction à HCl		0(+/-/+/-) (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)						
Humidité		Sec/frais/humide/noyé						

## Annexe 19 : fiche R2

Date	03/02/2025	Caractéristiques de surface	Beaucoup de feuilles/racines	Conditions météo	Froid et humide	Type de sol	Calciisol du tuffeau jaune		
Sondage N°	2	Topographie	Fond de vallon						
 <b>Photo</b>		<b>0 cm</b> <b>8 cm</b> <b>25 cm</b> <b>45 cm</b>	<b>Nom</b> Aci Sci Cci	<b>Couleur</b> 10YR2/1 10YR4/3 5Y8/2	<b>Texture</b> S AS SA	<b>Eléments grossiers</b> + Eléments millimétriques ++ Eléments millimétriques grains de quartz émoussés + Eléments centimétriques blanc	<b>Réaction à l'HCl</b> 0 0 ++ 	<b>Taches</b> 0 0 0	<b>Humidité</b> humide frais frais
Profondeur du sondage (cm)	45	Nature du substrat (si reconnaissable)			Roche mère: Tuffeau jaune				
Raison de l'arrêt	Roche								
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison),...								
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendisol (Aca ou Lca/Cca), Calciisol (Aca ou Lca/Scu/Cca), Calciisol (Aci ou Lei/Sci/Cca), Celluviosol (si présence horizon alluvionne >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L'SC). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.								
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ci' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'If' : matériau <i>sur-jacent</i> alluvionne.								
Code couleur	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2 10YR : teinte (planchette), 4 : clarité (value), 2 : pureté (chroma)								
Texture	Selon triangle de texture. Ex : AL = argile limoneuse, LSA : limon sablo-argileux								
Eléments grossiers	0/+/++/+++, taille (millimétriques, centimétriques,...), nature (craie, silex,...)								
Taches	0/+/++/++, contrastées/non contrastées, couleur approximative								
Réaction à l'HCl	(0/+/++/++) (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)								
Humidité	Sec/frais/humide/noyé								

## Annexe 20 : fiche J9

Date	02/03/2025	Caractéristiques de surface	Forêt de feuillus	Conditions météo	Brouillard/ nuageux	Type de sol	Planosol sédimorphe issu de terrasse fluviale	
Sondage N°	J2	Topographie	Plat					
Photo	0 cm 18 cm 20 cm 40 cm 55 cm 60 cm 68 cm 80 cm 95 cm 100 cm 120 cm	Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité
		A	10yr 2-2	S	0	0	0	humide
		S	10yr 5-8	S (avec un peu d'argile)	0	0	Rouille +	humide
		E	10yr 5-8	SA	0	0	Tache	Noyée (nappe)
		H-S	10yr 6-6	A	0	0	bleuâtre et de rouille	humide
							++	
Profondeur du sondage (cm)	95	Nature du substrat (si reconnaissable)	siliceuse					
Raison de l'arrêt	Très compacte							
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison)....	Color	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2					
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Sc/Cca), Calcaisol (Aci ou Lci/Sc/Cca), Colluviosol (si présence horizon alluvionne >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L/S/C). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.	Texture	10YR : teinte (planche), 4 : clarité (value), 2 : pureté (chroma)					
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'H' : matériau <u>gis-jacent</u> alluvionne.	Eléments grossiers	0/+/+/-/+/+, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)					
		Taches	0/+/+/-/+/+, contrastées/non contrastées, couleur approximative					
		Réaction à l'HCl	0/+/+/-/+/+ (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)					
		Humidité	Sec/frais/humide/noyé					

## Annexe 21 : fiche J2

Date	06/02/2025	Caractéristiques de surface	Sol forestier	Conditions météo	Couvert	Type de sol	Calcosol	
Sondage N°	R7	Topographie	En pente					
Photo	0 cm 20 cm 40 cm 60 cm 80 cm 100 cm 120 cm	Nom	Couleur	Texture	Eléments grossiers	Réaction à l'HCl	Taches	Humidité
		Aeah	7,5YR 2,5/1	Sableuse	Ø	+++	Ø	Frais
		Sca	10YR 4/3	Sableuse	Ø	+++	Ø	Frais
		Ca	10YR 5/3	Sableuse	+++	+++	Ø	Sec
Profondeur du sondage (cm)	50 cm	Nature du substrat (si reconnaissable)						
Raison de l'arrêt	Rencontre matériel dur							
Raison de l'arrêt	Blocage sur roche dure, sur roche trop compacte, cailloux, arrêt volontaire (raison)....	Color	Selon charte Munsell. Ex : 10YR4/2					
Type de sol	Selon le Référentiel Pédologique (2008) : Rendosol (Aca ou Lca/Cca), Calcisol (Aca ou Lca/Sc/Cca), Calcaisol (Aci ou Lci/Sc/Cca), Colluviosol (si présence horizon alluvionne >40cm d'épaisseur), Brunisol (A ou L/S/C). Suffixe 'rédoxyque' si horizon rédoxyque présent entre 50 et 80 cm de profondeur.	Texture	10YR : teinte (planche), 4 : clarité (value), 2 : pureté (chroma)					
Nom	Nom de l'horizon : L (horizon de labour), A (horizon organo-minéral de surface), S (horizon d'altération), C (horizon de roche altérée). Suffixe 'ca' : carbonaté, suffixe 'ci' : calcaire (saturé), suffixe 'g' : rédoxyque (juxtaposition plages grises/taches). Préfixe 'H' : matériau <u>gis-jacent</u> alluvionne.	Eléments grossiers	0/+/+/-/+/+, taille (millimétriques, centimétriques...), nature (craie, silex, ...)					
		Taches	0/+/+/-/+/+, contrastées/non contrastées, couleur approximative					
		Réaction à l'HCl	0/+/+/-/+/+ (réaction de la matrice du sol et non des éléments grossiers)					
		Humidité	Sec/frais/humide/noyé					

## Annexe 22 : fiche R7

