

DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE DES SOLS

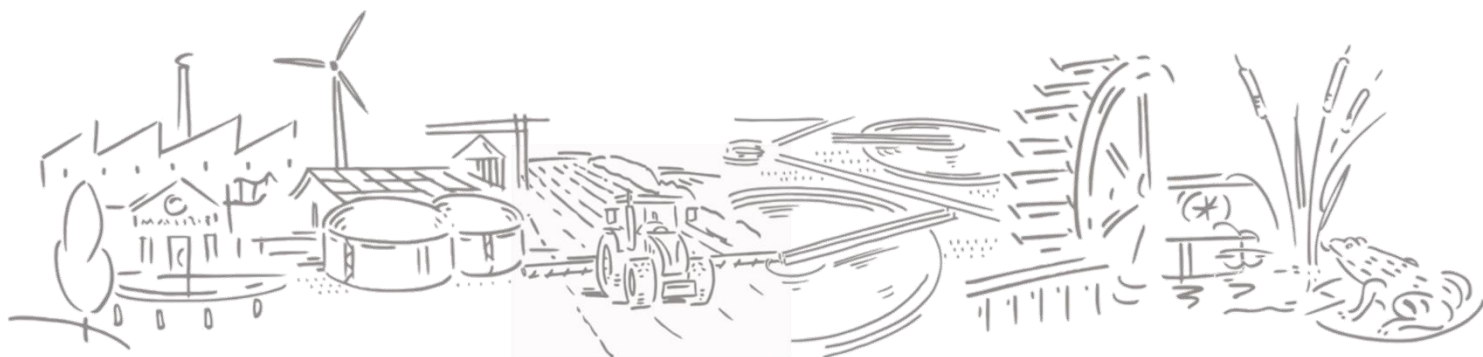
Projet de centrale photovoltaïque au sol

Commune de Grand-Fougeray (35)

Avril 2022



- Rapport final -



FICHE DE SUIVI DU DOCUMENT		
Titre de l'étude	DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE DES SOLS <i>Projet parc solaire au sol - Commune de Grand-Fougeray (35)</i>	
Coordonnées du commanditaire	TSE 55, allée Pierre Ziller 06560 VALBONNE	
Bureau d'études	NCA Environnement 11, allée Jean Monnet 86 170 NEUVILLE-DE-POITOU	
Rédigé par :	Thomas Minart	
Vérifié par :	Corinne FESNEAU <i>certifiée compétente en pédologie par l'AFES</i>	
HISTORIQUE DES MODIFICATIONS		
Version	Date	Désignation
0	19/04/2022	Création
1	28/04/2022	Version finale

NCA Environnement, bureau d'études indépendant, intervient depuis 1988 dans les domaines de l'environnement, les milieux naturels, les énergies renouvelables, l'agriculture, l'eau, et l'hydraulique urbaine et fluviale. Une équipe pluridisciplinaire de 60 collaborateurs, dont les compétences sont multiples, répond aux attentes des entreprises, des collectivités territoriales et du monde agricole en matière d'études techniques et environnementales.



NCA s'est engagé à partir de 2011 dans une **démarche de développement durable**, avec une évaluation AFAQ 26000 (Responsabilité Sociétale des Entreprise). Le résultat de l'évaluation AFNOR d'août 2017, place aujourd'hui l'entreprise au **niveau « Exemplaire »**, **confirmé par l'audit de septembre 2020**.

SOMMAIRE

ABREVIATIONS ET SIGLES	4
LEXIQUE.....	5
LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEUX	6
CHAPITRE 1 : PREAMBULE - CONTEXTE	7
CHAPITRE 2 : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE.....	10
I. DESCRIPTION DE LA ZONE D’ETUDE.....	11
I. 1. LES PARCELLES CONCERNEES	11
I. 2. LE GRAND-FOUGERAY	13
I. 3. TOPOGRAPHIE.....	13
I. 4. CONTEXTE GEOLOGIQUE	16
I. 5. ZONES HUMIDES.....	18
I. 5. a. Contexte réglementaire	18
I. 5. b. Données existantes	18
I. 6. CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES	20
I. 7. LE CONTEXTE AGRICOLE	21
I. 7. a. L’Ille-et-Vilaine et son agriculture.....	21
I. 7. b. Pays de Redon.....	21
I. 7. c. Grand-Fougeray.....	23
II. EVOLUTION DE LA ZONE D’ETUDE DANS LE TEMPS.....	23
III. METHODOLOGIE	26
III. 1. SONDAGES PEDOLOGIQUES.....	26
III. 2. IDENTIFICATION DES SOLS DE ZONES HUMIDES	27
III. 3. ANALYSES DE SOL	28
III. 4. APTITUDE DES SOLS – REVALORISATION	28
IV. PEDOLOGIE ET DESCRIPTION DU SOL	29
IV. 1. BIBLIOGRAPHIE	29
IV. 2. ETUDE DE TERRAIN	31
IV. 3. BRUNISOL MOYENNEMENT PROFOND ISSU DE SCHISTES	33
IV. 4. BRUNISOL REDOXIQUE MOYENNEMENT PROFOND ISSU DE GRES	34
IV. 5. BRUNISOL-REDOXISOL ARGILEUX.....	35
IV. 6. ZONES HUMIDES	37
V. EVALUATION DE LA FERTILITE DU SOL.....	37
V. 1. CRITERES D’EVALUATION	37
V. 1. a. Structure des sols	37
V. 1. b. Texture des sols	37
V. 1. c. Profondeur d’enracinement	38
V. 1. d. La réserve utile en eau	38
V. 1. e. Charge en éléments grossiers	38
V. 1. f. Hydromorphie.....	39

V. 1. g.	Calcaire actif.....	41
V. 1. h.	pH des sols et statut acido-basique.....	41
V. 1. i.	Matière organique et activité biologique	42
V. 1. j.	CEC.....	43
V. 1. a.	Milieu nutritif	43
V. 2.	APTITUDE AGRONOMIQUE	44
VI.	VALORISATION AGRICOLE DU SITE.....	47
VI. 1.	AMELIORATION DU POTENTIEL AGRONOMIQUE DES SOLS ET PRECONISATIONS	48
VI. 2.	ORIENTATIONS ENVISAGEABLES	49
BIBLIOGRAPHIE		50
ANNEXE		51

ABREVIATIONS ET SIGLES

Afin de faciliter la compréhension du présent dossier, le lecteur dispose ici de la signification des principales abréviations utilisées.

AOC	Appellation d'Origine Contrôlée
AOP	Appellation d'Origine Protégée
IGP	Indication Géographique Protégée
Ca	Calcium
g	gramme
Ha	Hectare
IAA	Industries Agricoles et Alimentaires
K	Potassium
Mg	Magnésium
P	Phosphore

LEXIQUE

CEC (Capacité d'Echange Cationique) : mesure le pouvoir d'un sol à retenir et échanger des cations. Il s'agit d'un indicateur du potentiel de fertilité d'un sol. Les sols ayant une CEC élevée peuvent retenir davantage de cations et possèdent une plus grande capacité à les échanger que les sols ayant une faible CEC.

Les cations qui sont le plus souvent analysés sont : le potassium (K^+), le magnésium (Mg^{2+}) et le calcium (Ca^{2+}), l'hydrogène (H^+) et le sodium (Na^+).

La CEC est liée au complexe argilo-humique. La valeur de la CEC d'un sol est donc fonction des quantités d'argile et de matière organique qu'il contient, mais aussi de la nature des éléments (texture) et du pH du sol. Une CEC inférieure à 9 méq/100 g est considérée comme faible.

Complexe argilo-humique (complexe adsorbant) : ensemble organo-minéral du sol qui résulte de l'association de l'argile et de l'humus (colloïdes électronégatifs) liés entre eux par des cations (Ca^{2+} et Mg^{2+} principalement, mais aussi Fe^{2+} ou Al^{3+} dans certains sols). C'est le « réservoir » en éléments nutritifs du sol, car, par ses propriétés électronégatives, permet de retenir les ions éléments minéraux positifs.

Etat humique : en lien avec la matière organique du sol.

Horizon : volume, souvent disposé en couche, homogène dans sa constitution, son organisation et sa dynamique ; il se distingue morphologiquement des horizons qui le surmontent ou le suivent. Ces horizons et leurs caractéristiques sont interdépendants, car tous sont liés au processus de formation du sol nommé pédogenèse (*selon l'AFES*).

Humification : transformation de la matière organique en humus.

Humus : fraction de la matière organique du sol transformée par voie biologique et chimique.

Potentiel agronomique : le potentiel de production du sol se traduit par la notion de fertilité, variable en fonction de ses caractéristiques intrinsèques, mais aussi des apports extérieurs (fertilisation, amendements minéraux ou organiques, traitements phytosanitaires), des améliorations foncières (drainage, irrigation, sous-solage) ou des techniques culturales appropriées aux modes de cultures envisagés (*selon l'Engref*).

Potentiel biologique (ou Indice d'activité biologique) : le sol est un milieu vivant et sans cette vie, l'évolution des éléments minéraux du sol et leur mise à disposition à la plante ne sont pas possibles. Une bonne activité biologique est donc un préalable à une bonne fertilité générale.

Sol : volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée ou peu marquée par la pédogenèse. L'épaisseur du sol peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres, ou plus. Il constitue, localement, une partie de la couverture pédologique qui s'étend à l'ensemble de la surface de la Terre. Il comporte le plus souvent plusieurs horizons correspondant à une organisation des constituants organiques et/ou minéraux (la terre). Cette organisation est le résultat de la pédogenèse et de l'altération du matériau parental. Il est le lieu d'une intense activité biologique (racines, faune et microorganismes, *selon l'AFES*).

Solum : tranche verticale d'une couverture pédologique observable dans une fosse ou une tranchée.

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation de la zone d'implantation potentielle	9
Figure 2. Parcelles cadastrales de la zone d'étude	12
Figure 3. Topographie et profil altimétrique de la zone d'étude (Source : BD TOP et Géoportail)	14
Figure 4. Seuil de pente pour l'agriculture	15
Figure 5. Géologie de la zone d'étude. (Source : BRGM)	17
Figure 6. Prélocalisation et inventaire des zones humides	19
Figure 7. Cours d'eau BCAE	20
Figure 8. Zone d'étude entre 1950 et 2015	24
Figure 9. Zone d'étude en 2020	25
Figure 10. Triangle des textures GEPPA	26
Figure 11. Classes d'hydromorphie du GEPPA	28
Figure 12. UCS dans la zone d'étude	30
Figure 13. Pédologie de la zone du projet	32
Figure 14. Illustrations du BRUNISOL moyennement profond issu de schiste (Source : NCA Environnement)	34
Figure 15. Illustration du BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès (Source : NCA Environnement)	35
Figure 16. Illustration BRUNISOL-REDOXISOL (Source : NCA Environnement)	36
Figure 17. Localisation des zones humides expertisées	37
Figure 18. Schéma de l'engorgement d'un sol.	39
Figure 19. Effet de la durée de submersion en avril sur le rendement (Guyon, 1972)	40
Figure 20. Effet de l'excès d'eau sur la consommation en eau du maïs (Périgaud, 1967)	40
Figure 21. Chaînes des conséquences et inconvénients liés à l'excès d'eau dans les terres agricoles	41
Figure 22. Disponibilité des éléments minéraux en fonction du pH	42
Figure 23 : Eléments fertilisants	43
Figure 24. Disponibilité du phosphore en fonction du pH	44
Figure 25. Aptitude agronomique de la zone d'étude	46
Figure 26. Zones envisageables pour une activité agricole	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Données du recensement AGRESTE 2010 pour la commune de Grand-Fougeray	23
Tableau 2. Signes qualité sur la commune (source : inao.gouv.fr)	23
Tableau 3. Classe d'aptitude agricole	29
Tableau 4. Pédologie de la ZIP	31
Tableau 5. Estimation de la réserve facilement utilisable en eau (RFU)	38
Tableau 6. Potentiel agronomique de la parcelle	45
Tableau 7 : Analyse AFOM pour une valorisation agricole du site	47

Chapitre 1 : PREAMBULE - CONTEXTE

La société TSE ENERGY envisage la mise en place d'une centrale photovoltaïque au sol sur la commune de Grand-Fougeray sur une surface d'environ 31,53 ha.

Ce terrain est composé d'une friche agricole, abandonnée depuis une vingtaine d'années et où la végétation naturelle a largement repris ses droits.

La Communauté de Communes, dans son PLUi, admet néanmoins des projets de parcs PV sur ce type de terrain : « friches agricoles à valeur agronomique très faible (justifiée par une durée d'abandon supérieure à 5 ans et des études agronomiques des sols).

Dans ce contexte, La société TSE ENERGY souhaite connaître la qualité des sols du site d'étude et en particulier son potentiel agronomique.

Ainsi, l'objectif de la présente étude est de :

- Caractériser la pédologie de la zone d'étude,
- Déterminer la fertilité physique, biologie et chimique du sol,
- Évaluer le potentiel agronomique du sol,
- Déterminer le potentiel agricole de la zone du projet et évaluer son potentiel technico-économique.

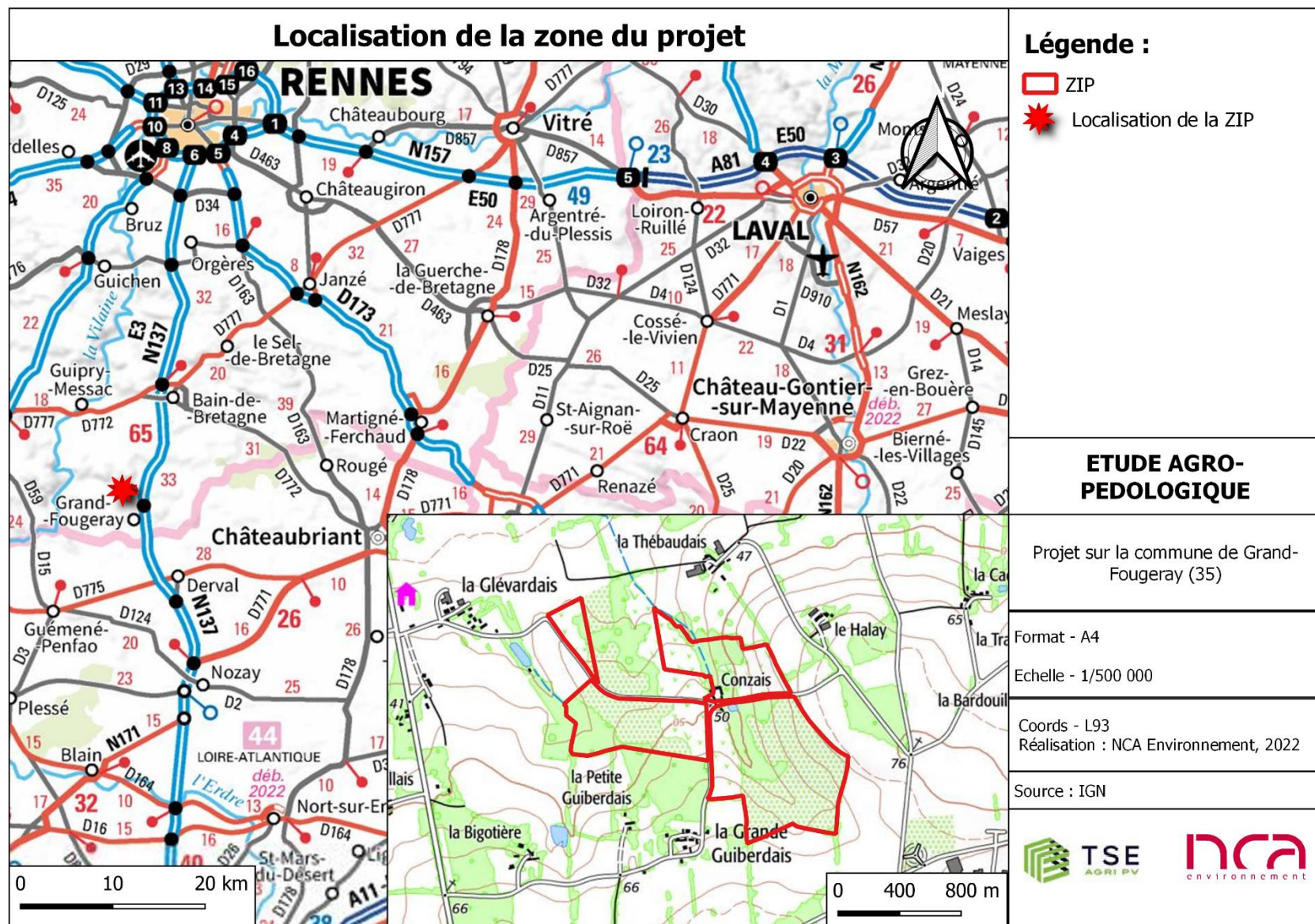


Figure 1. Localisation de la zone d'implantation potentielle

Chapitre 2 : ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

I. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

I. 1. Les parcelles concernées

Le site est situé sur la commune de Grand-Fougeray dans le département de l'Ille-et-Vilaine en région Bretagne. Il est localisé au nord de la commune, au niveau du lieu-dit « Conzais ». Le site du projet est constitué de 4 zones actuellement en friche agricole avec présence d'une végétation arbustive dense à l'est. Les zones du projet n'étaient pas déclarées à la PAC en 2020.

Les parcelles des sections cadastrales YE et YH sont concernées par le projet (Figure 2) et ce sont 12 parcelles cadastrales qui sont concernées par ce projet.

Préfixe	Section	Numéro	Surface en ha
0	YE	35	1,71
0	YE	37	1,80
0	YE	40	0,03
0	YE	41	0,03
0	YE	42	0,05
0	YE	43	0,02
0	YE	44	0,02
0	YE	45	0,03
0	YE	46	4,26
0	YH	9	8,13
0	YH	11	15,42
0	YH	113	0,05
Total			30,54

Les abords immédiats du site ne sont peu, voire pas urbanisés et sont composés de parcelles agricoles destinées aux céréales majoritairement. Du bâti abandonné se localise au centre de la zone, au croisement des deux chemins.

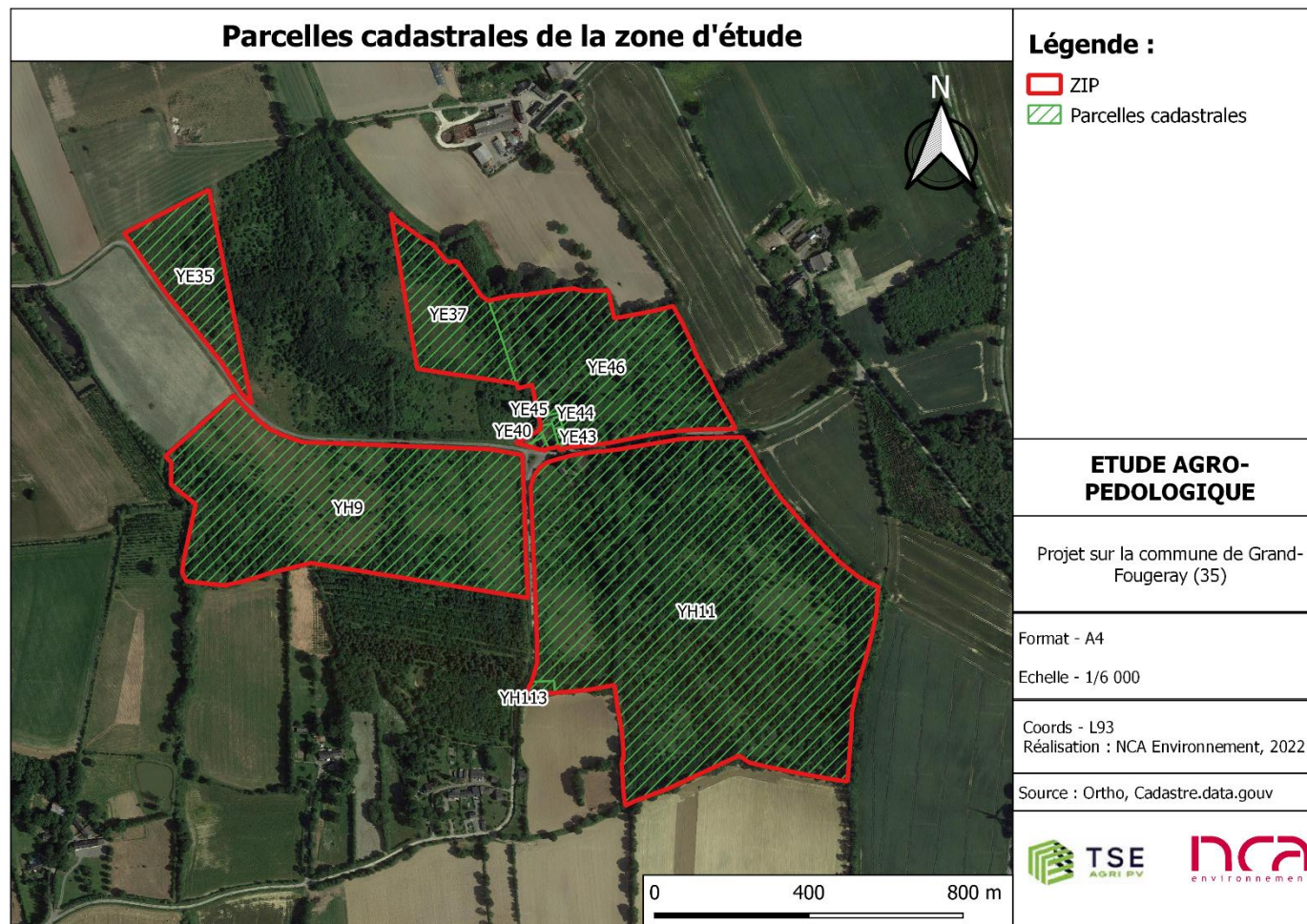


Figure 2. Parcelles cadastrales de la zone d'étude

I. 2. Le Grand-Fougeray

Le Grand-Fougeray est une commune située dans le département de l'Ille-et-Vilaine, en Bretagne. Elle appartient à la Communauté de Communes « Bretagne Porte de Loire Communauté » (BPLC) regroupant 20 communes. Créé le 1er janvier 2017, elle compte 31 194 habitants répartis sur 461,90 km².

Grand-Fougeray comptait en 2019, 2 455 habitants et s'étend sur 55,42 km², soit une densité de 44 habitants par km².

La commune se situe au sud du département, à la limite avec le département de Loire-Atlantique, en région Pays de la Loire.

Située à moins de 4 km de la N137 reliant Rennes à Nantes, la commune de Grand-Fougerais est à moins d'une heure des deux grandes villes.

Ledit territoire est composé principalement de terres agricoles et n'est pas soumis aux phénomènes d'urbanisation. Un seul axe principal traverse le territoire du nord au sud, la N137.

I. 3. Topographie

Globalement, la zone du projet a un dénivelé positif du nord-ouest au sud-est, avec une altitude maximale de 64 m et une altitude minimum de 31 m localisée sur la zone au nord-ouest.

Le site enregistre une pente nord-ouest/sud-est en moyenne de 3 % et une pente sud-ouest/nord-est en moyenne de 4 %. Cependant, on note des pentes relativement fortes dans la zone (17 % pour la plus forte pente).

Bien que la pente moyenne sur la zone d'étude oscille entre 3 et 4 %, d'un point de vue agricole, une bonne partie de la zone possède des pentes supérieures à 7 % (Figure 4). C'est notamment au niveau des deux zones à l'est que l'on peut observer la présence de pentes supérieures à 10 %.

Le domaine BCAE (Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales) est une exigence de base de la conditionnalité des aides PAC. La conditionnalité des aides est un dispositif qui soumet le versement de la plupart des aides PAC au respect de dispositions ou normes.

Dans les BCAE apparaît une BCAE liée à l'érosion qui s'applique aux agriculteurs ayant des parcelles présentant une pente supérieure à 10 %. Ceux-ci sont tenus de ne pas réaliser de labour entre le 1^{er} décembre et le 15 février sur cette parcelle, sauf s'il est réalisé perpendiculairement à la pente et s'il existe une bande végétalisée pérenne d'au moins 5 mètres de large en bas de la parcelle.

La topographie du site d'étude n'est pas incompatible avec une activité agricole. Cependant, elle reste peu adaptée aux opérations culturales liées à la production végétale. D'autant plus que certaines dispositions doivent être prises au niveau du travail du sol sur la zone afin de respecter la conditionnalité de la PAC dans le cadre des BCAE.

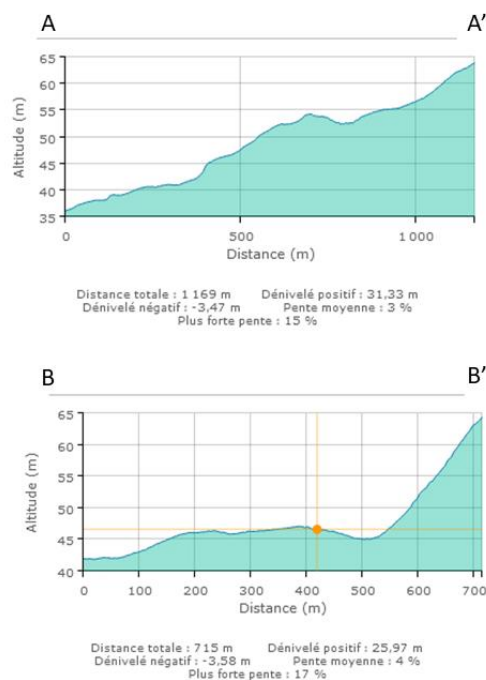
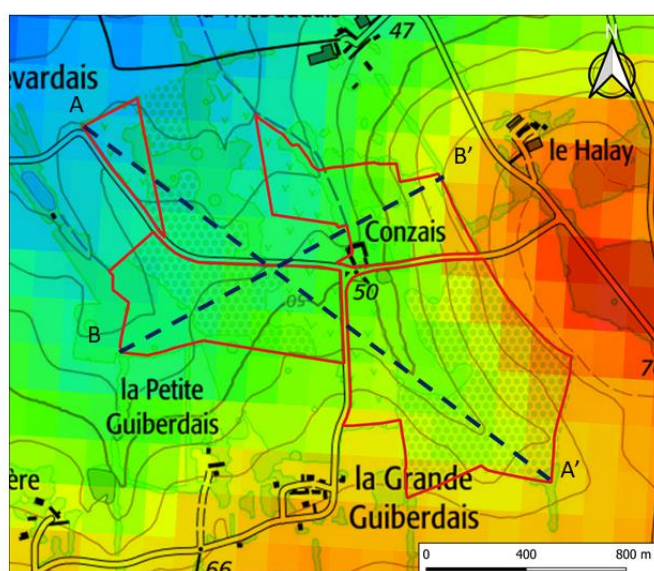
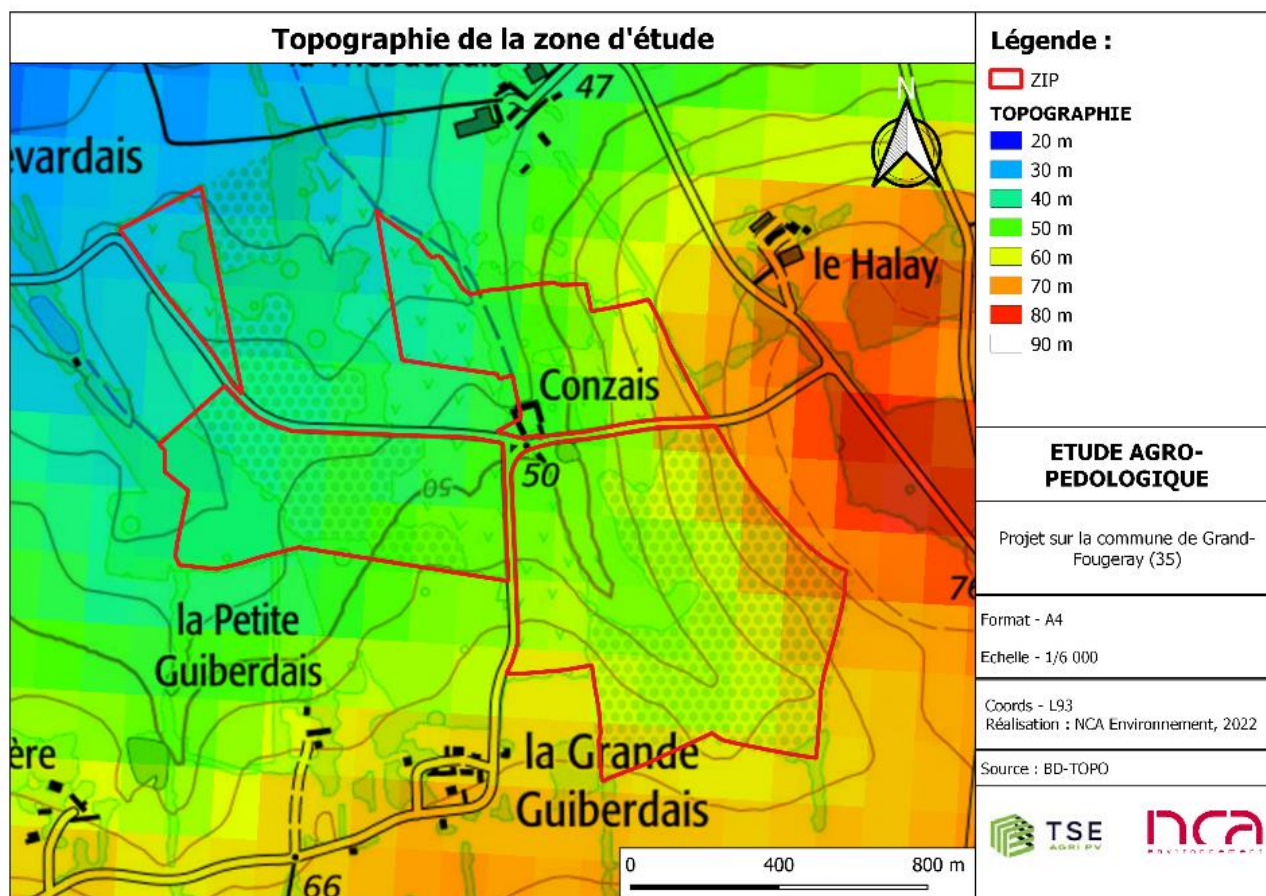


Figure 3. Topographie et profil altimétrique de la zone d'étude (Source : BD TOP et Géoportail)

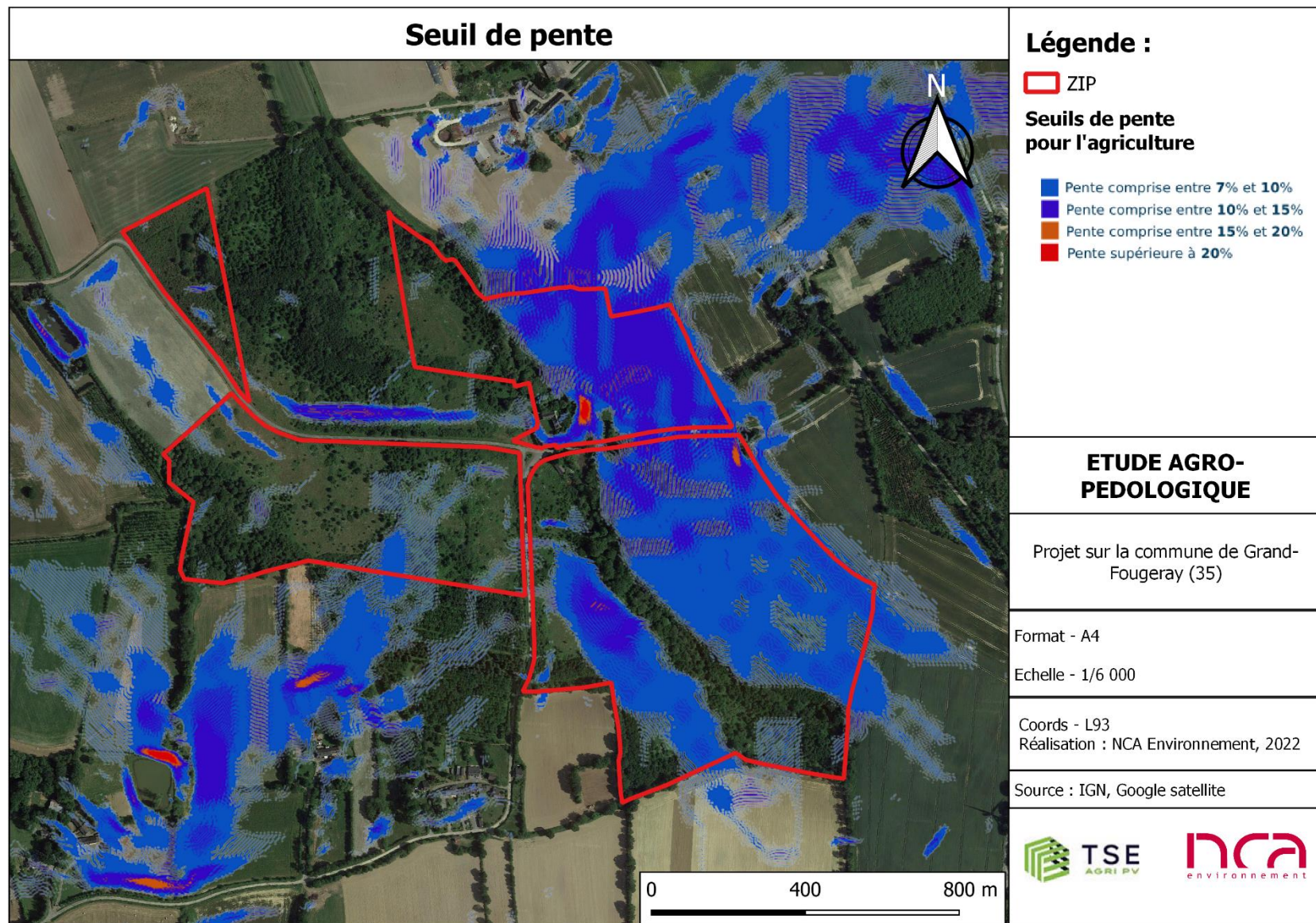


Figure 4. Seuil de pente pour l'agriculture

I. 4. Contexte géologique

La connaissance des assises géologiques permet d'appréhender la géomorphologie de la zone d'étude et le contexte pédologique.

L'ensemble des caractéristiques géologiques de la région d'étude est issu de la carte géologique au 1/50 000e du BRGM.

La commune de Grand-Fougeray est reliée à la notice géologique de Bain-de-Bretagne n°388. Le territoire couvert par la feuille de Bain-de-Bretagne se situe dans les départements d'Ille-et-Vilaine et de Loire-Atlantique, à la jonction de deux régions naturelles que sont Janzé (terres fertiles) et Redon-Nozay (sols plus pauvres). Cette région présente l'aspect d'un large plateau ouvert et incliné vers l'Atlantique.

Le site de projet est situé à l'ouest de la feuille sur 3 formations.

O2c. Formation du Grès armoricain : Quartzites, psamites, siltites micacées (Membre gréseux supérieur)

Ce membre marque le retour à une sédimentation arénacée semblable à celle du membre inférieur dont il ne se distingue pas pétrographiquement ni sédimentologiquement de manière fondamentale. Ce sont des grès et quartzites très fins à fins à quartz isogranulaires, muscovite, chlorite, illite se font par tous les intermédiaires, sans granoclassement. De minces lits microconglomératiques à galets phosphatés et tests de lingulidés y ont également été rencontrés. Dans les faciès fins, la schistosité est mal exprimée.

Les critères distinctifs avec le membre gréseux inférieur sont : l'absence de minéralisation ferrière sédimentaire, l'existence de niveaux radioactifs multiples à zircon et monazite et la présence, rare, d'Ogygia armoricana, fossile caractéristique de ce membre.

O3-4. Formation d'Angers-Traveusot : Schistes subardoisiers silteux sombres, chlorito-micacés

Connue également sous le nom de « Schistes d'Angers » ou de « Schistes à Calymènes », cette formation d'environ 400 à 500 mètres d'épaisseur concrétise l'extension maximale du bassin. Elle est caractérisée par une sédimentation calme de plate-forme typique, franchement ouverte au domaine marin, un faible taux de subsidence plus ou moins associé à des variations eustatiques et par une grande homogénéité verticale et latérale de faciès. Le passage du Grès armoricain aux schistes Ilanvirniens se fait généralement par une très brève période de transition en régime d'alternance grés-silteuse.

Fz. Formation alluviale : Alluvions holocènes sablo-limoneuses et parfois graveleuses

Ces alluvions largement répandues occupent le méplat des vallées et correspondent dans les cours principaux aux zones inondables. Dans les vallées d'une certaine importance, le matériel limono-sableux, qui constitue la partie supérieure, fossilise des dépôts sablo-graveleux plus ou moins argileux occupant le fond du lit actuel. Les éléments grossiers sont souvent peu roulés et proviennent du remaniement de roches diverses du substratum, dont d'abondants fragments de quartz filonien.

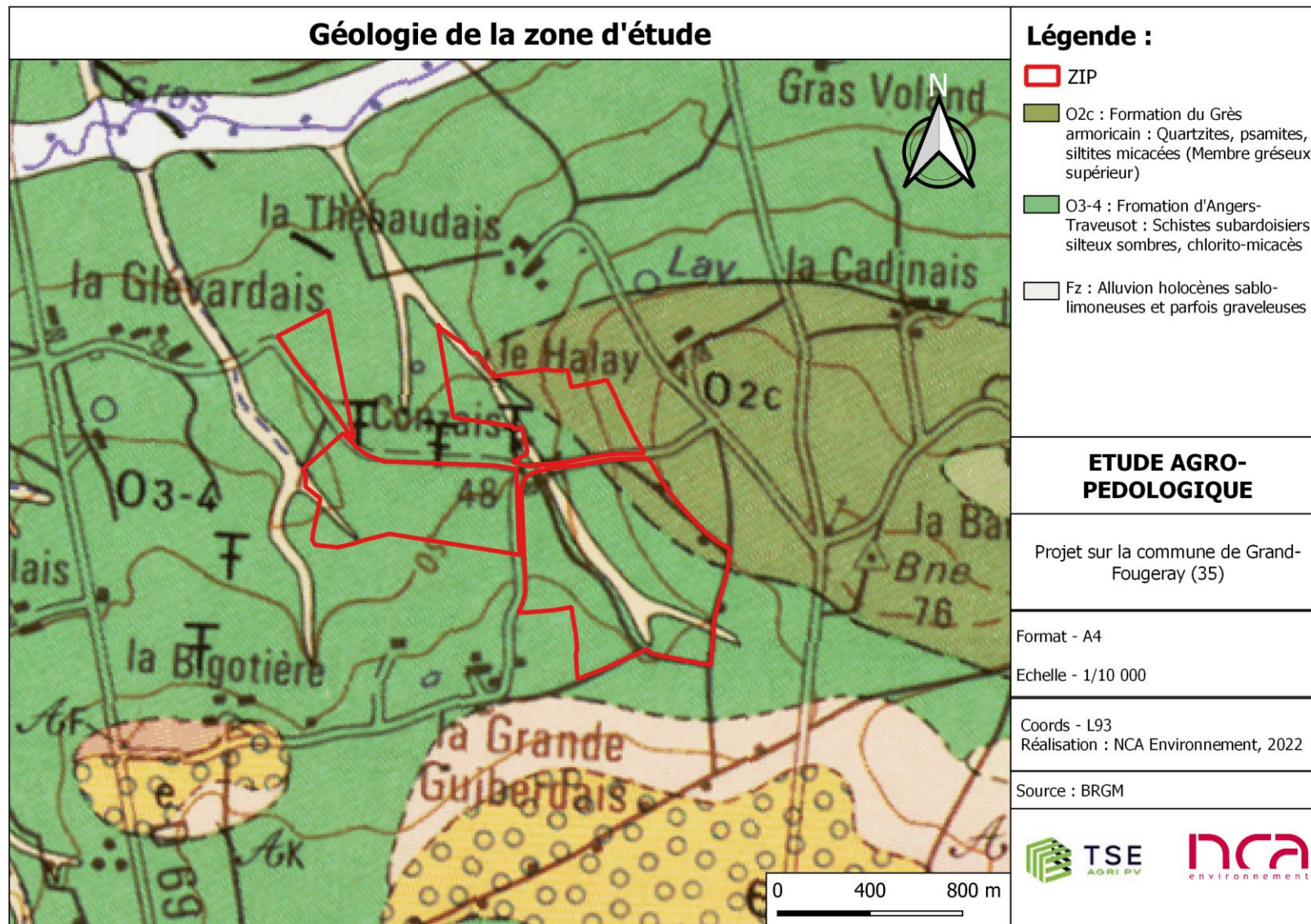


Figure 5. Géologie de la zone d'étude. (Source : BRGM)

I. 5. Zones humides

I. 5. a. Contexte réglementaire

Le chapitre Ier du titre Ier, du livre II du Code de l'environnement définit les zones humides :

Art. L. 211-1, alinéa 1 :

« On entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année. »

Jusqu'en 2017, il suffisait d'observer des plantes hygrophiles pour classer une zone humide, sans avoir à cumuler ce critère avec celui de l'hydromorphie du sol, d'après l'arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009, précisant les critères de définition des zones humides.

Un arrêt du Conseil d'État le 22 février 2017 lui avait donné tort, affirmant que les deux critères étaient cumulatifs. Il avait ainsi considéré « qu'une zone humide ne peut être caractérisée, lorsque de la végétation y existe, que par la présence simultanée de sols habituellement inondés ou gorgés d'eau et, pendant au moins une partie de l'année, de plantes hygrophiles ».

La Loi n°2019-773 du 24 juillet 2019 portant création de l'Office français de la biodiversité, modifiant les missions des fédérations des chasseurs et renforçant la police de l'environnement est venue clarifier de manière définitive la définition des zones humides et a repris l'ancien principe du recours alternatif aux deux critères (végétation hygrophile ou hydromorphie du sol).

Au titre de la Police de l'Eau, un projet impactant une zone humide (selon sa surface) est soumis au régime de déclaration ou d'autorisation relatif à la rubrique 3.3.1.0 de la nomenclature eau.

I. 5. b. Données existantes

I. 5. b. i. *Prélocalisation des zones humides*

Une carte réalisée par l'INRA d'Orléans (US InfoSol) et d'AGROCAMPUS OUEST à Rennes (UMR SAS), permet de prélocaliser les zones humides. Cette carte modélise les enveloppes qui, selon les critères géomorphologiques et climatiques, sont susceptibles de contenir des zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié.

Des zones humides sont prélocalisées au niveau du site de la zone d'étude (Figure 6).

I. 5. b. ii. *Inventaire de connaissance sur les zones humides*

La connaissance de l'état des zones humides est un préalable indispensable à la préservation et à la reconquête de ces milieux particuliers. Une des mesures phares du SAGE Vilaine 2003 était l'inventaire communal des zones humides et leur intégration obligatoire dans les POS et PLU. Tout autant que l'obligation d'inventaire, la méthode choisie pour celui-ci constitue un point fort. Partant du principe que l'appropriation locale est indispensable au succès de cette démarche, le SAGE impose aux communes une méthode de concertation locale, associant obligatoirement les parties prenantes : agriculteurs, associations, pêcheurs, chasseurs... Cette mesure a été bien mise en œuvre. Début 2011, 405 communes avaient transmis leur inventaire communal au secrétariat de la CLE du SAGE Vilaine, soit tout de même trois-quarts des communes.

Même si la qualité des inventaires peut parfois être remise en cause en raison de méthodologies et de précisions différentes, les informations acquises ont permis de réaliser une première base de données numérique en 2012.

L'inventaire fait état de zones humides au niveau du site de la zone d'étude (Figure 6).

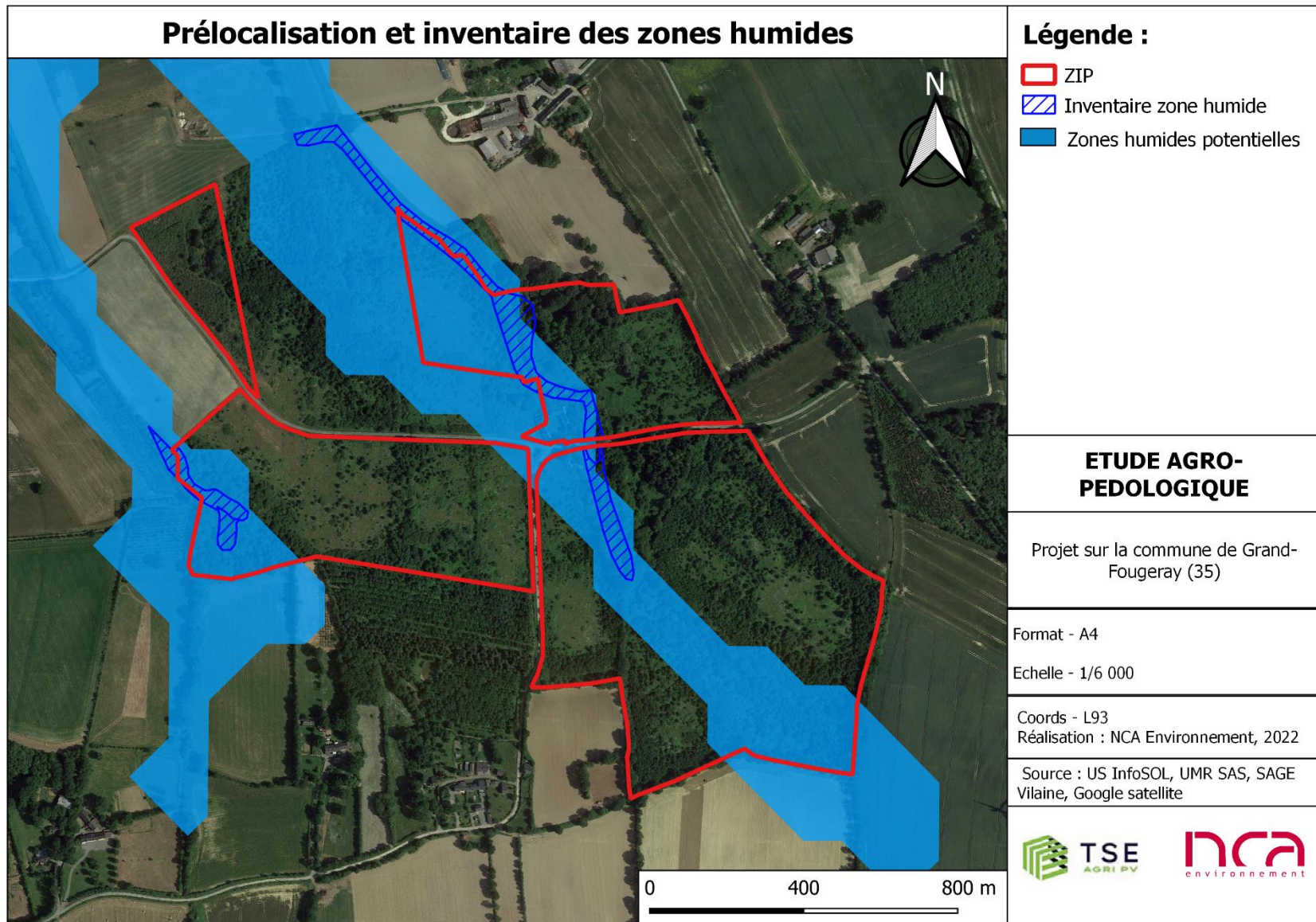


Figure 6. Prélocalisation et inventaire des zones humides

I. 6. Contraintes environnementales

Le site d'étude n'est pas compris dans un PNR, une zone Natura 2000, une Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF), ou encore un espace naturel sensible (ENS).

Cours d'eau BCAE

Les exploitants qui disposent de terres agricoles localisées en bords de cours d'eau BCAE, doivent implanter une « bande tampon », sans traitement phytopharmaceutique ni fertilisation, de 5 m de large minimum. Et ce, dans l'objectif de respecter la conditionnalité des aides PAC.

Deux cours d'eau BCAE traversent la zone, un à l'ouest et l'autre à l'est.

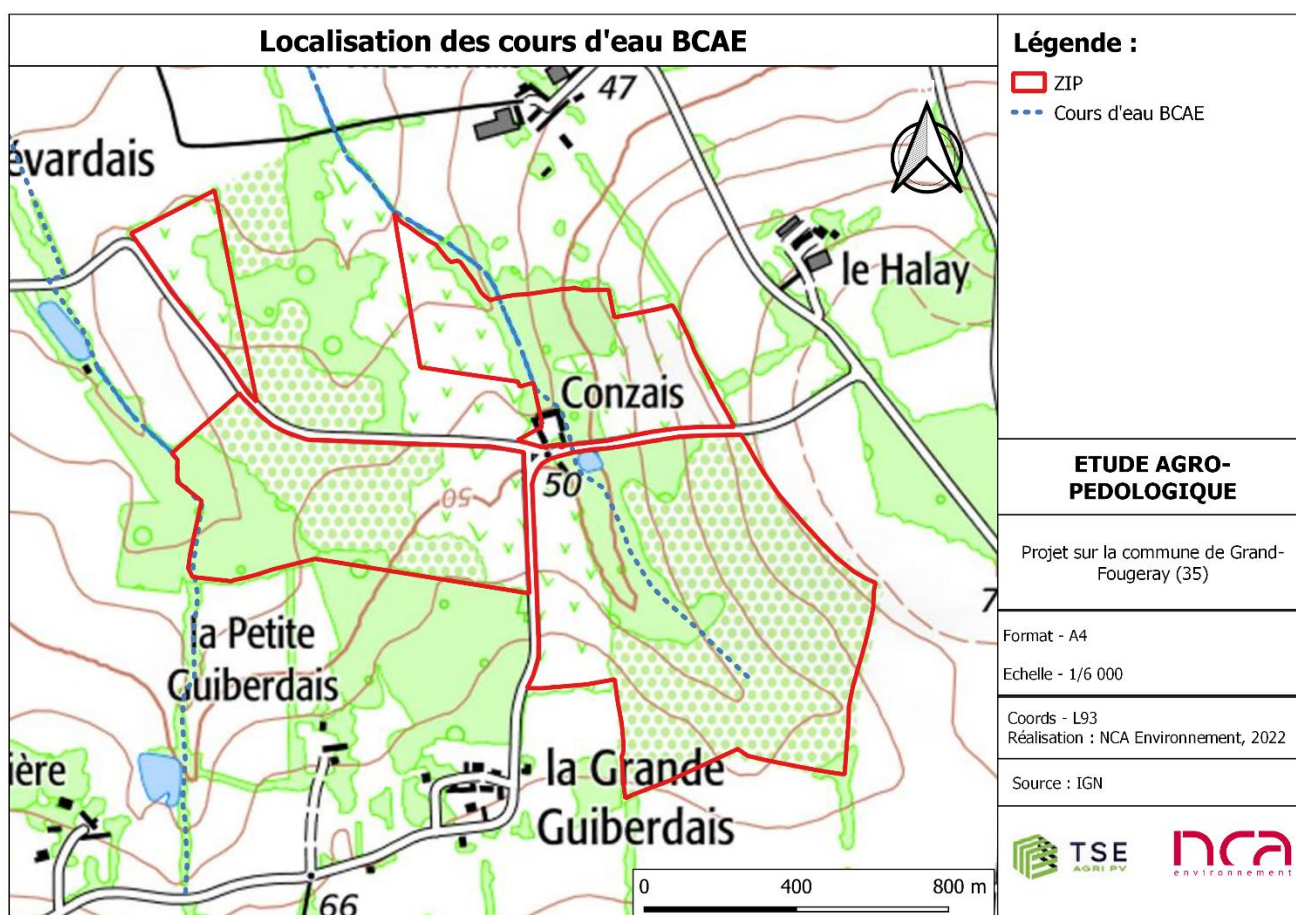


Figure 7. Cours d'eau BCAE

I. 7. Le contexte agricole

I. 7. a. L'Ille-et-Vilaine et son agriculture

Située à l'est de la Bretagne, l'Ille-et-Vilaine bénéficie d'un climat océanique relativement tempéré. Les hivers sont humides et doux, les étés relativement secs, modérément chauds et ensoleillés. Les terres plutôt fertiles, surtout dans le nord du département. Le relief peu prononcé facilite la mise en culture. Le département est le plus peuplé de la région avec 1 027 000 habitants en 2014. C'est également le plus urbanisé : 88 % des habitants résident en aire urbaine ou périurbaine (AGRESTE, 2016).

Entre 2007 et 2014, la population y a progressé de 1 % par an, soit le rythme le plus rapide de la région. L'emploi agricole est moins important que dans le reste de la région : 3,1 % des actifs travaillent dans ce secteur. L'industrie est plus diversifiée en Ille-et-Vilaine que dans les trois autres départements bretons. L'agroalimentaire y est donc relativement moins présent avec 30 % des salariés industriels. L'Ille-et-Vilaine est cependant le premier département français en effectifs IAA.

En matière de production végétale, l'assolement est essentiellement constitué de fourrages et de prairies pour l'alimentation du cheptel, principalement bovin. En 2020, la SAU départementale était de 440 461 ha, dont 277 659 ha consacré aux surfaces toujours en herbe (63 % de la sole départementale). Les COP couvraient 35 % de la SAU départementale.

Avec 1,7 milliard de litres de lait livré à l'industrie en 2016, le département se classait au premier rang des départements laitiers français et occupait le 2^e rang pour son cheptel de vaches laitières. Ainsi, les exploitations sont majoritairement tournées vers l'élevage laitier en Ille-et-Vilaine, avec 2 499 exploitations en bovins lait sur les 6 998 exploitations que comptait le département en 2020.

L'élevage bovin lait est très présent dans la région, avec une filière lait bien structurée sur le territoire.

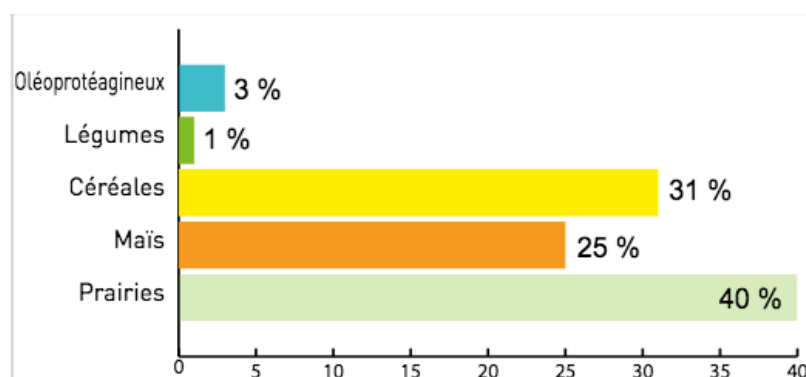
I. 7. b. Pays de Redon

La commune de Grand-Fougeray appartient à la petite région agricole **du Pays de Redon**. Grand pays de carrefours, le pays de Redon est tout d'abord un carrefour géographique puisqu'il se situe sur 3 départements et 2 régions et à la confluence de 7 rivières (Chambre d'Agriculture Ille-et-Vilaine, 2009). Mais il est aussi un carrefour agricole puisque sur le territoire est mise en place une agriculture aux multiples facettes : activités et systèmes de productions diversifiés, organisation de nouvelles filières locales...

La vocation d'élevage très marquée sur le reste du département perd ici petit à petit du terrain au profit d'une agriculture où la part des cultures de vente augmente dans l'assolement. On observe des exploitations qui s'agrandissent, une agriculture qui se « végétalise » au détriment des paysages de pâturages plus vivants.

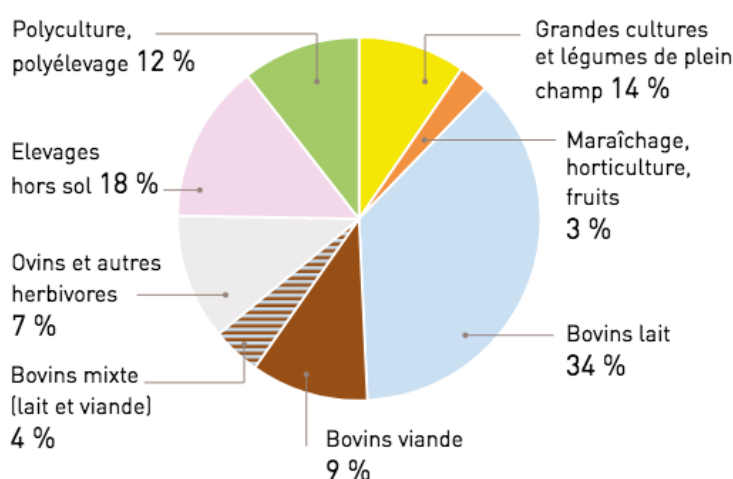
En chiffres, le Pays de Redon c'est en 2017 :

- Une surface totale de 99 500 ha, dont 32 % de surface agricole soit 32 327 ha,
- 46 704 habitants,
- 16 317 dont 5 % en agriculture,
- 365 entreprises agricoles, contre près de 500 en 2008,
- 634 chef(fe)s d'exploitation et salarié(e)s
- 116 départs en retraite potentiels dans les 5 ans, et seulement 56 installations de 2013 à 2017,
- 40 % de prairies, 25 % de maïs et 31 % de céréales dans la SAU totale,



- 43 % des exploitations spécialisées en bovin, dont 34 % en bovin lait, et 14 % en grandes cultures et légumes de plein champ pour un chiffre d'affaires total de 110 millions d'euros,

DOMINANTE : 34 % D'EXPLOITATIONS LAITIÈRES



- 59 exploitations en Agriculture Biologique,
- 45 exploitations en circuits courts,
- 1 IAA de plus de 20 salariés.

Bien qu'historiquement spécialisé en bovin lait, le Pays de Redon est aussi une zone de marais où l'on pratique traditionnellement une agriculture extensive, fondée sur la production de viande bovine. Afin de répondre à la demande sociétale en produits locaux, une douzaine de producteurs de viande bovine ont relancé en 2014 l'association Viandes du Pays de Redon et Vilaine. Le but de cette structure créée en 1998 est d'accroître la valeur ajoutée et de pérenniser la production de viande bovine sur le territoire. Le cahier des charges garantit des animaux nés, élevés et engraisés sur le Pays de Redon et Vilaine et les cantons limitrophes. Une zone de 70 communes environ, répartie équitablement sur trois départements : Ille-et-Vilaine, Morbihan et Loire-Atlantique. L'alimentation doit être basée sur l'herbe, sans recours au soja.

I. 7. c. Grand-Fougeray

Le tableau ci-après détaille les données du recensement AGRESTE de 2010 pour la commune de Grand-Fougeray, en comparaison avec celles de 2000.

Tableau 1 : Données du recensement AGRESTE 2010 pour la commune de Grand-Fougeray

(Source : données AGRESTE)

Exploitations ayant leur siège dans la commune		SAU		Superficie en terres labourables		Cheptel (UGB : Unité de Gros Bétail)		Orientation technico-économique
2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	
109	51	3 395	3 817	3 213	3 418	5 155	6 622	Polyculture et polyélevage

D'après le recensement agricole de 2020, la commune de Grand-Fougeray se caractérise par :

- 39 exploitations,
- 3 383 ha de SAU, soit 86,7 ha en moyenne par exploitation,
- Une production standard brute (PBS) de 9 562 000 €, soit 245 179 €/exploitation,
- Une spécialisation en polyculture et/ou polyélevage.

La commune de Grand-Fougeray est un territoire agricole dont 61 % de sa superficie est consacrée à l'activité agricole et où les exploitations sont tournées vers la polyculture-polyélevage.

La commune de Grand-Fougeray est concernée par plusieurs signes qualités :

Tableau 2. Signes qualité sur la commune (source : inao.gouv.fr)

Signe qualité	Produit
IGP	Cidre de Bretagne ou Cidre Breton
IGP	Farine de blé noir de Bretagne – Gwinizh du Breizh
AOC – AOP	Maine-Anjou
IGP	Volailles de Bretagne
IGP	Volailles de Janzé
AOC - IGP	Whisky breton ou Whisky de Bretagne

II. EVOLUTION DE LA ZONE D'ETUDE DANS LE TEMPS

Grâce aux photographies aériennes, il est possible de reconstituer l'historique du site.

La zone d'étude était consacrée à l'activité agricole en 1950 et la zone était constituée de terre arable et de prairies avec la présence d'arbres fruitiers ou non sur certaines. Les différentes parcelles constituant la zone d'études étaient entourées de linéaire de haie, qui contribuait à la formation d'un maillage bocager typique des paysages bretons.

Puis les terres arables laissèrent place aux prairies toujours entourées de haies bocagères jusqu'en 2005. À partir de 2006, l'activité agricole s'est arrêtée sur la zone et la végétation a repris son droit.

Au fil du temps, le mode d'utilisation de la zone d'étude a changé. Au début agricole avec la présence de terres arables et de prairies, celle-ci a été délaissée par la suite de toute activité anthropique. La nature a repris petit à petit ses droits amenant à une fermeture complète de la zone. Aujourd'hui, la zone d'étude se retrouve en friche agricole avec la présence d'une végétation arbustive dense à certains endroits.

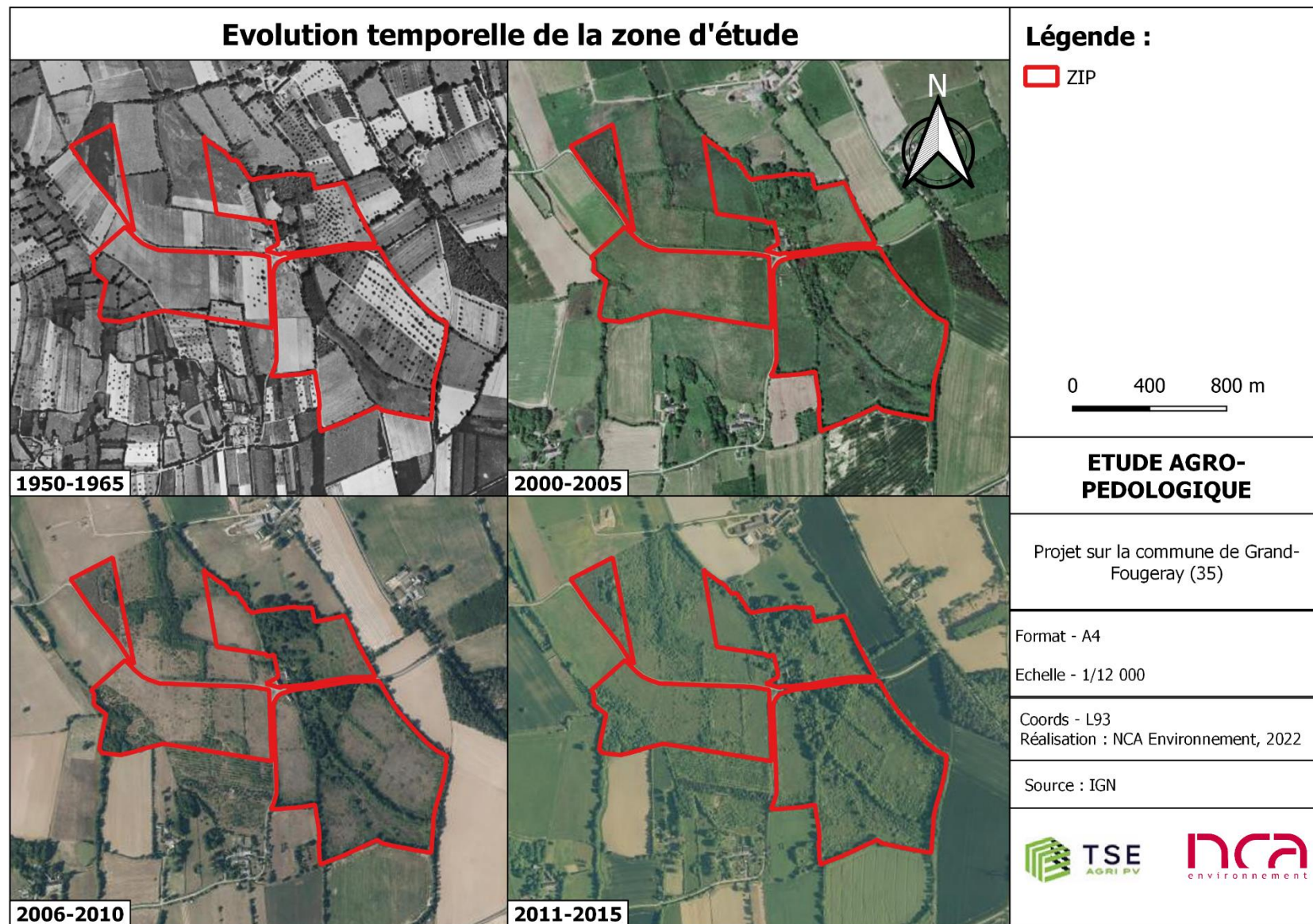


Figure 8. Zone d'étude entre 1950 et 2015

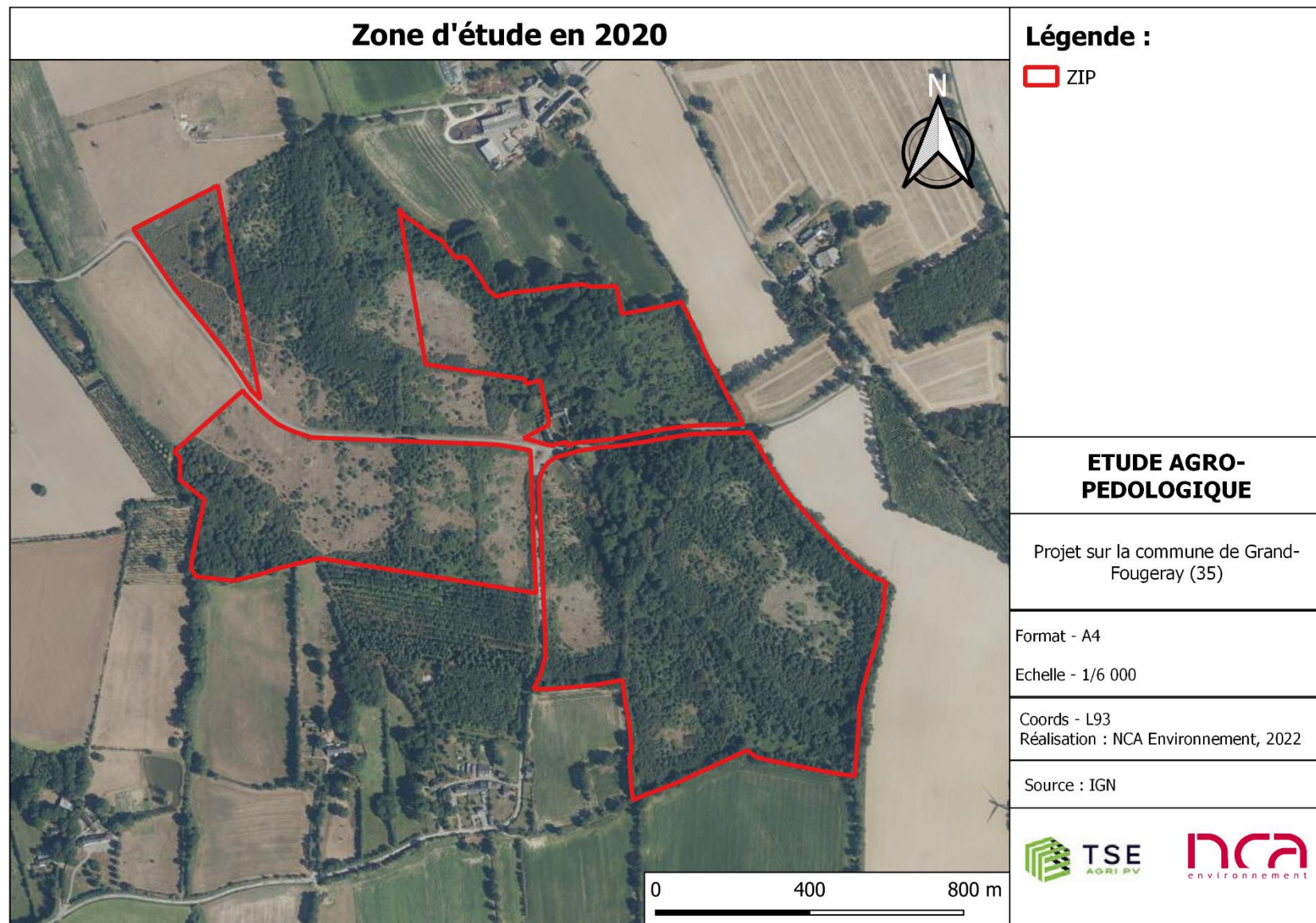


Figure 9. Zone d'étude en 2020

III. METHODOLOGIE

III. 1. Sondages pédologiques

La nomination des sols est d'habitude réalisée selon le référentiel pédologique de 2008 (Baize & Girard, 2008), dont la méthodologie est explicitée ci-dessous.

Texture

La dénomination de la texture a été réalisée selon le triangle du GEPPA (Groupe d'Etude pour les Problèmes de Pédologie Appliquée, Figure 10). Aucune analyse granulométrique n'est effectuée, il s'agit de perception tactile.

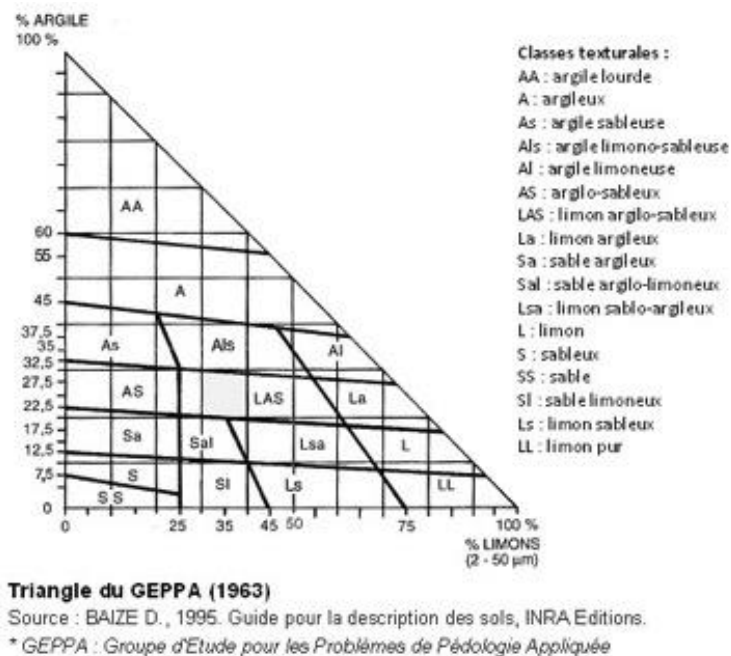


Figure 10. Triangle des textures GEPPA

Éléments grossiers

Le vocabulaire utilisé en fonction de la dimension des éléments grossiers est le suivant (RP, 2008) :

- 0,2-2cm : graviers,
- 2-7,5 cm : cailloux,
- 7,5 à 20 cm : pierres,
- >20 cm : blocs.

Forme d'humus

Le mot « humus » désigne la fraction de la matière organique du sol transformée par voie biologique et chimique. La qualification de la « forme d'humus » est réalisée en observant l'ensemble des horizons supérieurs du solum, riche en matières organiques, et dont la succession et l'organisation sont toutes sous la dépendance essentielle des activités biologiques.

III. 2. Identification des sols de zones humides

L'objet de l'étude n'était pas une caractérisation des zones humides présentes, cependant la présente expertise permet de mettre en évidence la présence de zone humide.

Paramètres

Pour identifier un sol de zone humide, plusieurs paramètres doivent être considérés : les traits rédoxiques, les traits réductiques et les horizons histiques. La profondeur d'apparition de ces traits d'hydromorphie est également un critère à prendre en compte.

Les traits réductiques reflètent un engorgement permanent ou quasi-permanent par l'eau, induisant un manque d'oxygénation des sols. Le fer présent naturellement dans les sols est alors réduit. L'aspect de couches pédologiques (ou horizons) réductiques est marqué par une coloration bleuâtre/verdâtre. Pour que le sol soit considéré sol de zone humide, ces traits doivent débiter à moins de 50 centimètres de profondeur en absence de traits rédoxiques. Ces sols sont qualifiés de réductisols.

Les traits rédoxiques reflètent un engorgement temporaire des sols par l'eau. L'alternance des phases de réduction et d'oxydation du fer, présent naturellement dans les sols, mène notamment à la formation de tâches de rouille, caractéristiques des rédoxisols. Pour que le sol soit considéré sol de zone humide, ces traits doivent :

- débiter à moins de 25 centimètres de profondeur et se prolonger ou s'intensifier en profondeur.
- débiter à moins de 50 centimètres, se prolonger ou s'intensifier en profondeur et être accompagnés de traits réductiques entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

Les horizons histiques reflètent un engorgement permanent en eau à faible profondeur. La saturation du sol provoque l'accumulation de matières organiques composées principalement de débris de végétaux. Il s'agit d'horizons de sol caractérisés par une teinte très foncée liée à la forte proportion de matières organiques. Les horizons histiques sont associés à des histosols (sols tourbeux).

Classification des sols

L'arrêté du 24 juin 2008 (modifié par celui du 1er octobre 2009) définit la liste des types de sol des zones humides. Selon cet arrêté, l'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence d'horizons histiques (ou tourbeux), de traits réductiques ou rédoxiques à différentes profondeurs de la surface du sol.

Ces sols sont schématisables grâce aux « classes d'hydromorphies » (GEPPA, 1981) reprises dans la circulaire du 18 janvier 2010 relative à la délimitation des zones humides. On retrouve également une description de ces sols dans le guide d'identification et de délimitation des sols des zones humides publié en 2013 par le Ministère de l'Écologie.

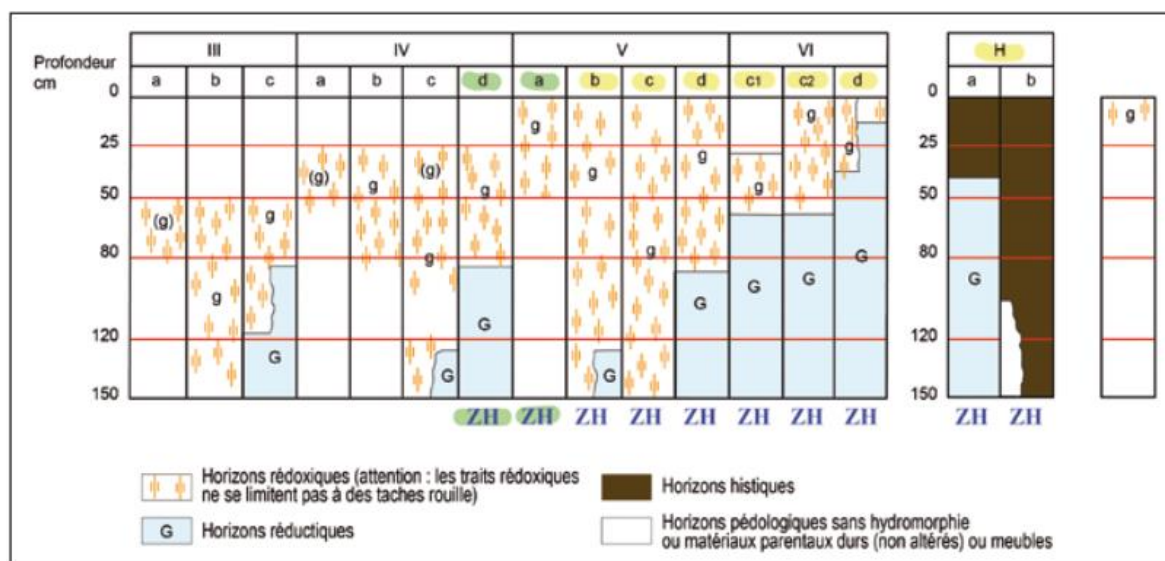


Figure 11. Classes d'hydromorphie du GEPPA

III. 3. Analyses de sol

Dans le cadre de cette étude, 2 analyses de sol ont été réalisées par le laboratoire AUREA (Ardon), agréé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et accrédité par le Cofrac (Comité français d'accréditation).

Les paramètres inclus dans cette analyse ont été étudiés selon les normes AFNOR en vigueur ou, à défaut, selon les modes opératoires d'AUREA :

- pH eau selon la norme NF ISO 10390,
- Teneurs en CaCO_3 (total et actif), Azote total, Carbone, Matières Organiques, Rapport C/N,
- Teneurs en éléments échangeables : P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO , NaO ,
- Capacité d'échange cationique et cations de saturation.

III. 4. Aptitude des sols – Revalorisation

L'expertise de terrain couplée à l'analyse en laboratoire permet d'évaluer les horizons pédologiques et de définir les aptitudes propres à chaque type de sol.

L'aptitude agricole d'un sol se base sur l'analyse de ses contraintes agronomiques. La méthode employée est celle des Chambres d'Agriculture, elle utilise l'étude des paramètres suivants :

- Texture : influence le travail du sol, la levée, l'implantation, l'enracinement et la rétention des éléments minéraux,
- Charge caillouteuse : handicape le travail du sol, la vitesse d'implantation du système racinaire et le volume de sol exploitable si elle est supérieure à 25% du poids total de la terre dans le profil,
- Hydromorphie : traduit l'engorgement du sol qui retarde le développement et la colonisation des racines dans le sol,
- Profondeur exploitable par les racines : conditionne l'exploitation des réserves du sol (hydriques ou minérales),
- Réserve utile en eau : représente le degré de résistance des plantes à la sécheresse,
- Etat calcique et organique de la couche arable : propriétés indispensables, car horizon le plus impacté par l'agriculteur,

- Teneur en calcaire : joue sur la stabilité structurale, l'aération du sol, l'infiltration et la facilité de travail du sol.

Chaque paramètre possède une échelle de notation. L'addition de chaque note donne une notation globale qui détermine la classe d'aptitude. Selon ces critères, les sols ont été classés suivant les aptitudes agricoles (Tableau 3).

Tableau 3. Classe d'aptitude agricole

Sol à très bon potentiel	Sol à bon potentiel	Sol à potentiel moyen	Sol à potentiel limité	Sol à potentiel faible	Sol à potentiel très faible	Tourbes
Classe Ia Classe Ib	Classe IIa Classe IIb	Classe IIc Classe IId	Classe IIIa Classe IIIb	Classe IVa	Classe IVb	Classe IVc

Cette méthode se base sur les aspects physiques du sol découlant de son observation pédologique, elle peut donc être complétée par les analyses chimiques effectuées en laboratoire.

Cette méthode est affinée avec les spécificités de la zone d'étude constatées sur le terrain.

IV. PEDOLOGIE ET DESCRIPTION DU SOL

IV. 1. Bibliographie

Selon le Groupement d'Intérêt scientifique Sol, le site est localisé sur deux Unités Cartographique de Sol (UCS) :

- En majorité sur l'UCS n°5011
- En minorité sur l'UCS n°9021

UCS n°5011 : Sols parfois faiblement argilluviés, parfois hydromorphes, des plateaux ondulés et versants issus de schistes moyens

Ce sont des sols composés majoritairement de :

- BRUNISOL (35 %). Ce sont des sols moyennement profonds localement à charge importante en éléments grossiers, à horizon de surface humifère issus de schiste dur (type ardoisier) parfois altéré
- FLUVIOSOL-REDOXISOL (20 %). Ce sont des sols de fonds de vallée profonds, hydromorphes dès la surface, d'apport colluvio-alluvial ou alluvial.
- BRUNISOL-REDOXISOL (15 %). Ces sont des sols argileux hydromorphes dès la surface, issus de schiste dur (type ardoisier) parfois altéré.
- NEOLUVISOL (10 %). Ce sont des sols peu lessivés profonds hydromorphes après 50 cm à horizon de surface humifère, issus de schiste dur (type ardoisier) parfois altéré.

UCS n°9021 : Sols hydromorphes argilluviés des buttes et hauts de versants et sols parfois podzolisés des pentes fortes issus de grès armoricain

Ce sont des sols composés majoritairement de :

- NEOLUVISOL (25 %). Ce sont des sols peu lessivés profonds hydromorphes après 50 cm issus de grès.
- BRUNISOL (17 %). Ce sont des sols moyennement profonds, localement à charge importante en éléments grossiers issus de grès dur très peu altéré.
- NEOLUVISOL-REDOXISOL (15 %). Ce sont des sols peu lessivés hydromorphes dès la surface, issus de grès.
- FLUVIOSOL-REDOXISOL (10 %). Ce sont des sols de fonds de vallée profonds, hydromorphes dès la surface, d'apport colluvio-alluvial ou alluvial.

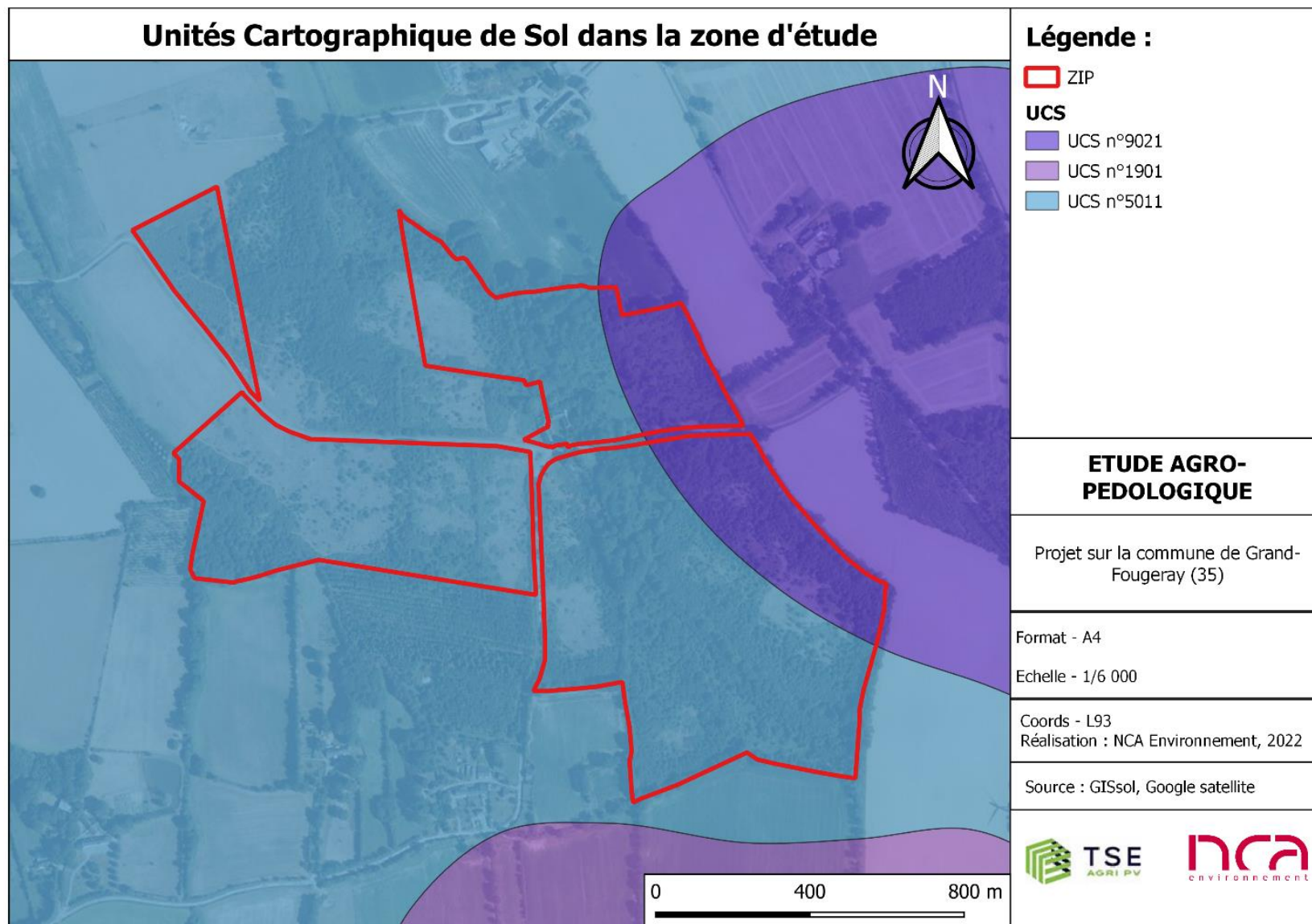


Figure 12. UCS dans la zone d'étude

IV. 2. Etude de terrain

En lien avec la présence d'une végétation dense non entretenue, certaines zones étaient inaccessibles.

Au total, 11 sondages pédologiques ont été réalisés sur la zone d'étude en mars 2022, soit 1 sondage pour 0,3 hectare. Deux prélèvements ont également été réalisés.

Les sondages ont permis de révéler trois types de sols et deux sondages sont caractéristiques de zones humides. La Figure 13 présente leur localisation. Cette observation est en accord avec l'inventaire de connaissance précédemment cités.

Tableau 4. Pédologie de la ZIP

Sol	Surface estimée en ha	Part (%)
BRUNISOL moyennement profond issu de schistes	20,7	66 %
BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès	5,1	16 %
BRUNISOL-REDOXISOL argileux	5,8	18 %

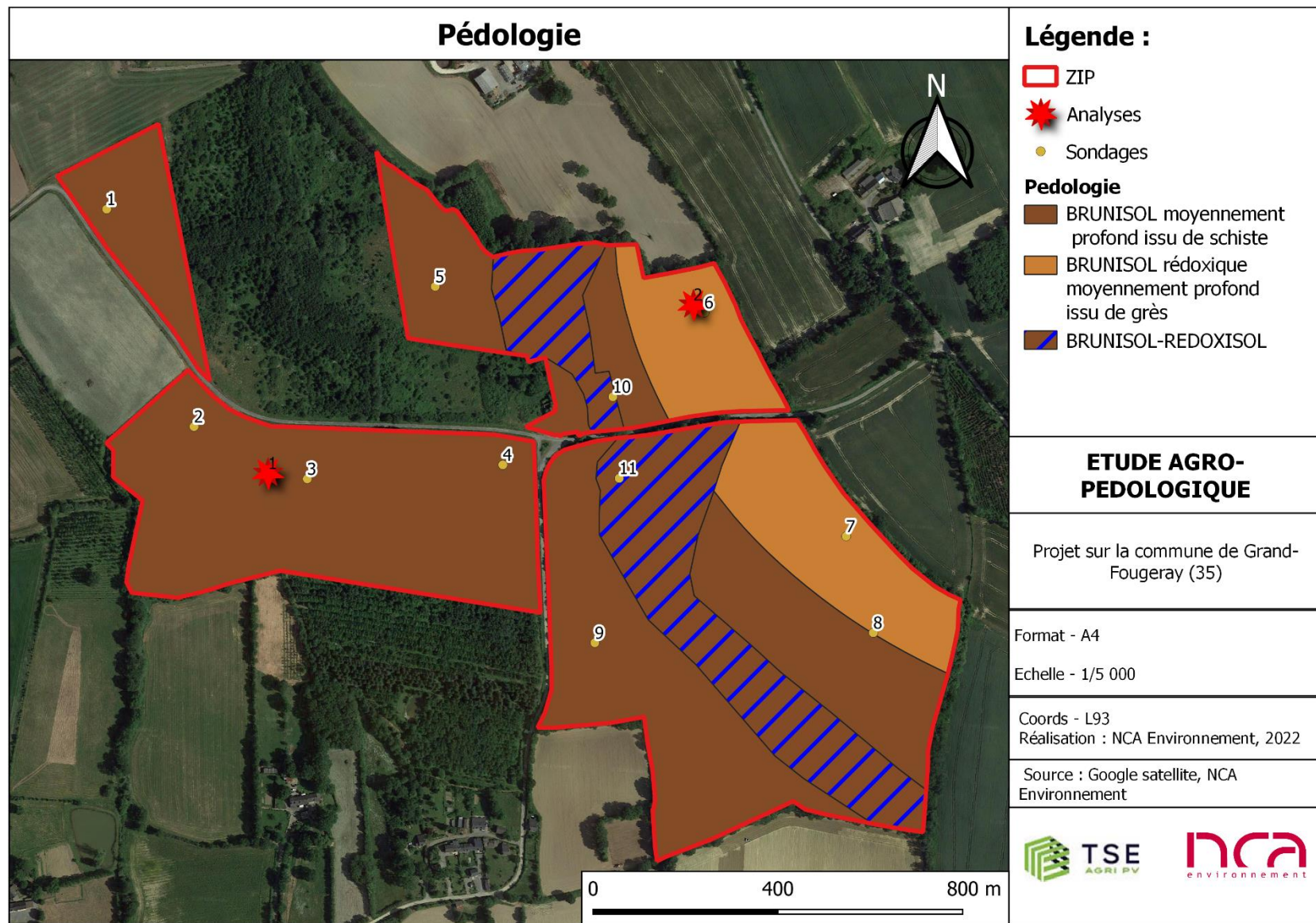


Figure 13. Pédologie de la zone du projet

Autrefois appelés « sols bruns », les BRUNISOLS sont des sols évolués, souvent retrouvés dans nos régions tempérées. Comme leur nom le suggère, ils sont le siège principal de la brunification – processus de libération de fer – qui est lui-même à l'origine de la couleur brune caractéristique de ces sols. Les BRUNISOLS sont des sols ayant des horizons relativement peu différenciés (textures et couleurs très proches), moyennement épais à épais (plus de 35 cm d'épaisseur). Ces sols sont caractérisés par un horizon intermédiaire dont la structure est nette (présence d'agrégats ou mottes), marquée par une forte porosité. Les BRUNISOLS sont des sols non calcaires. Ils sont issus de l'altération in situ du matériau parental pouvant être de nature très diverse.

Les horizons de référence des BRUNISOLS rencontrés sont A, S, M.

- A : Horizon formé d'un mélange de matière organique et de matière minérale. C'est dans cet horizon que la décomposition de la matière organique a lieu. Il présente une structure construite d'origine biologique, grumeleuse. Cette structure résulte d'un brassage biologique par les vers de terre, de la totalité de la masse humique avec des particules minérales fines (argiles, limons). Cette activité biologique favorise la constitution de complexes argile-humus stables. Selon l'importance de l'activité biologique, la structure sera plus ou moins affirmée (grumeaux plus ou moins gros).
- S : Horizon pédologique d'altération. C'est un horizon structuré dans lequel les phénomènes tels que l'altération des minéraux ou encore la décarbonatation a lieu. C'est un horizon semblable à l'horizon A, mais qui a perdu sa structure d'origine biologique et les processus qui en découlent, comme la formation du complexe organo-minéral.
- M : Roche mère

IV. 3. BRUNISOL moyennement profond issu de schistes

Localisation : Sondages 1, 2, 3, 4, 5 et 9.

Il s'agit de sols limono-argileux, de couleur brune, moyennement profonds (refus entre 25 et 40 cm) et sains. Des éléments grossiers sont présents en fond de profil et en grosse proportion (>30 %). A la surface, aucun élément grossier n'est présent.

Critères de reconnaissance :

- | | |
|---|---|
| <p>► En surface :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Position topographique : pente, • Friche, • Texture limono-argileuse, • Pas d'effervescence à l'acide chlorhydrique sur la terre fine, • Absence d'éléments grossiers | <p>► A la tarière :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Texture limono-argileuse, • Coloration brune, • Pas d'effervescence à l'acide chlorhydrique sur la terre fine, • Éléments grossiers présents en fond de profil (>30 %), schiste, • Refus entre 25 et 40 cm sur éléments grossiers (schiste). |
|---|---|

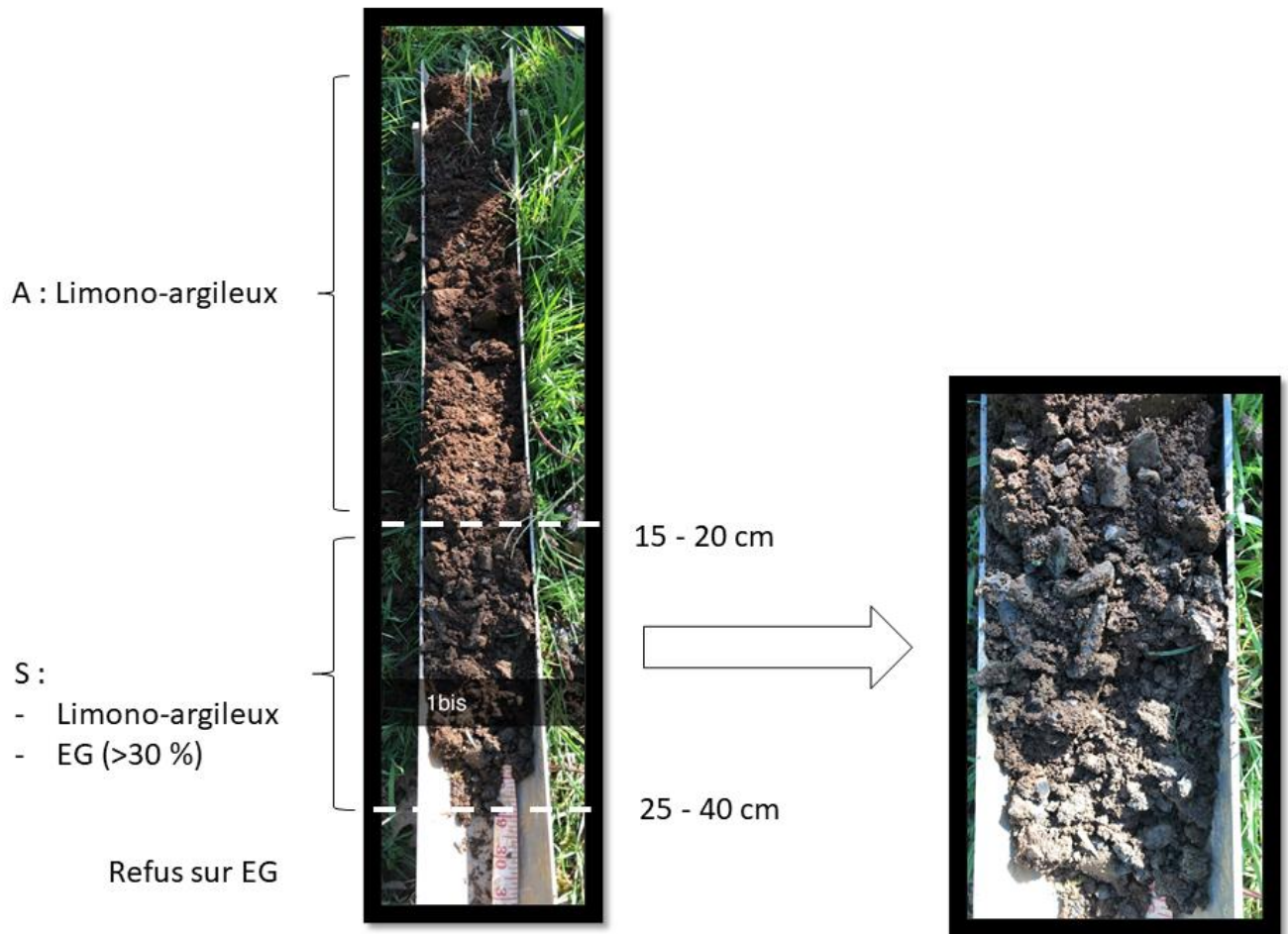


Figure 14. Illustrations du BRUNISOL moyennement profond issu de schiste (Source : NCA Environnement)

IV. 4. BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès

Localisation : Sondages 6, 7 et 8.

Il s'agit de sols argileux, moyennement profonds (entre 40 cm et 80 cm) et présentant des traces d'oxydo-réduction au contact du matériau parental. Des éléments grossiers sont présents sur tout le profil, mais en faible proportion (< 10 %). A la surface, aucun élément grossier n'est présent.

Critères de reconnaissance :

► En surface :

- Position topographique : pente,
- Friche,
- Texture limono-argileuse,
- Pas d'effervescence à l'acide chlorhydrique sur la terre fine,
- Absence d'éléments grossiers.

► A la tarière :

- Texture limono-argileuse,
- Pas d'effervescence à l'acide chlorhydrique sur la terre fine,
- Éléments grossiers présents en fond de profil (<10 %), grès,
- Refus entre 40 et 80 cm sur éléments grossiers (grès).

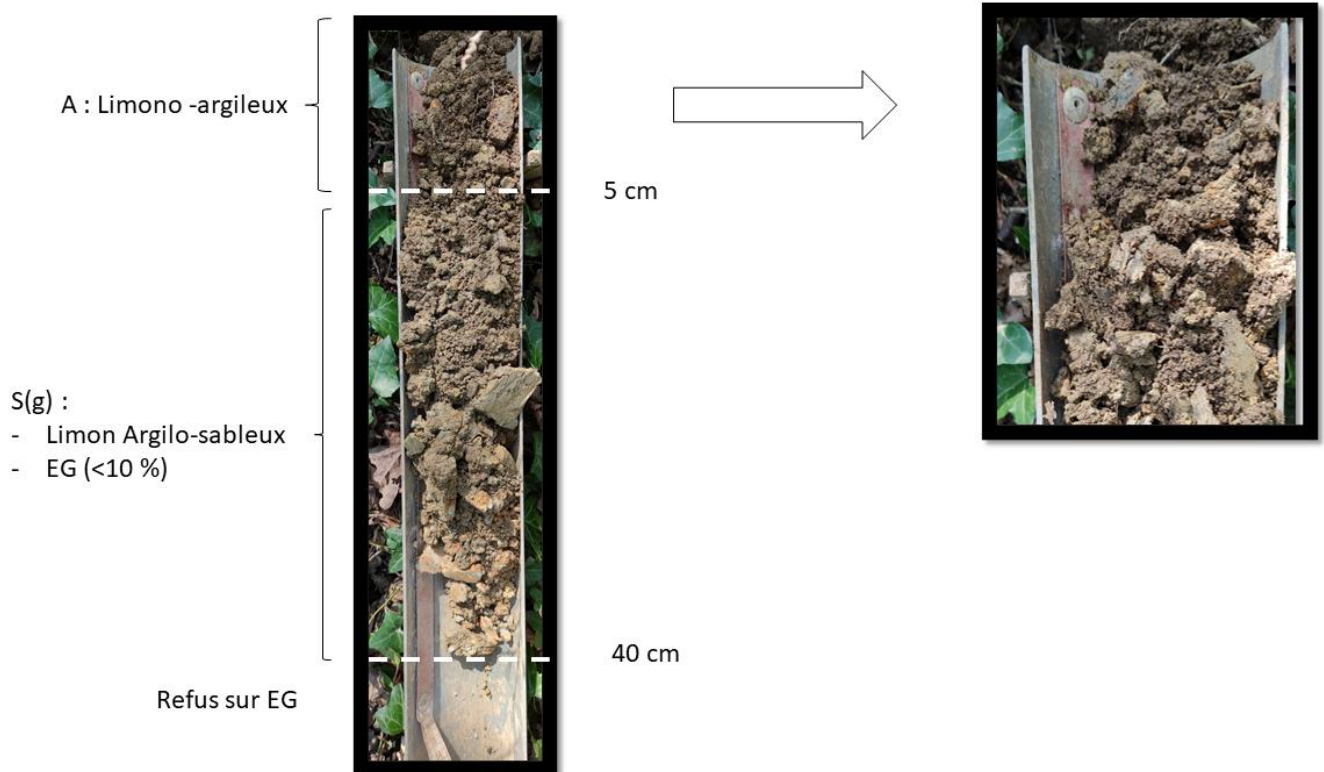


Figure 15. Illustration du BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès (Source : NCA Environnement)

IV. 5. BRUNISOL-REDOXISOL argileux

Localisation : Sondages 10 et 11.

Il s'agit de sol argileux, profond et présentant des traces d'hydromorphie dès la surface. Le refus à la tarière vers 80 cm est en lien avec la présence d'éléments grossiers en fond de profil. Cependant, aucun élément grossier n'est présent en surface et dans le profil.

Critère de reconnaissance :

► En surface :

- Position topographique : dépression topographique,
- Friche, arbustes
- Texture argileuse,
- Pas d'effervescence à l'acide chlorhydrique sur la terre fine,
- Absence d'éléments grossiers.

► A la tarière :

- Texture argileuse à argilo-sableuse,
- Coloration gris orangé,
- Pas d'effervescence à l'acide chlorhydrique sur la terre fine,
- Pas d'éléments grossiers présents dans le profil,
- Refus vers 80 cm sur éléments grossiers.

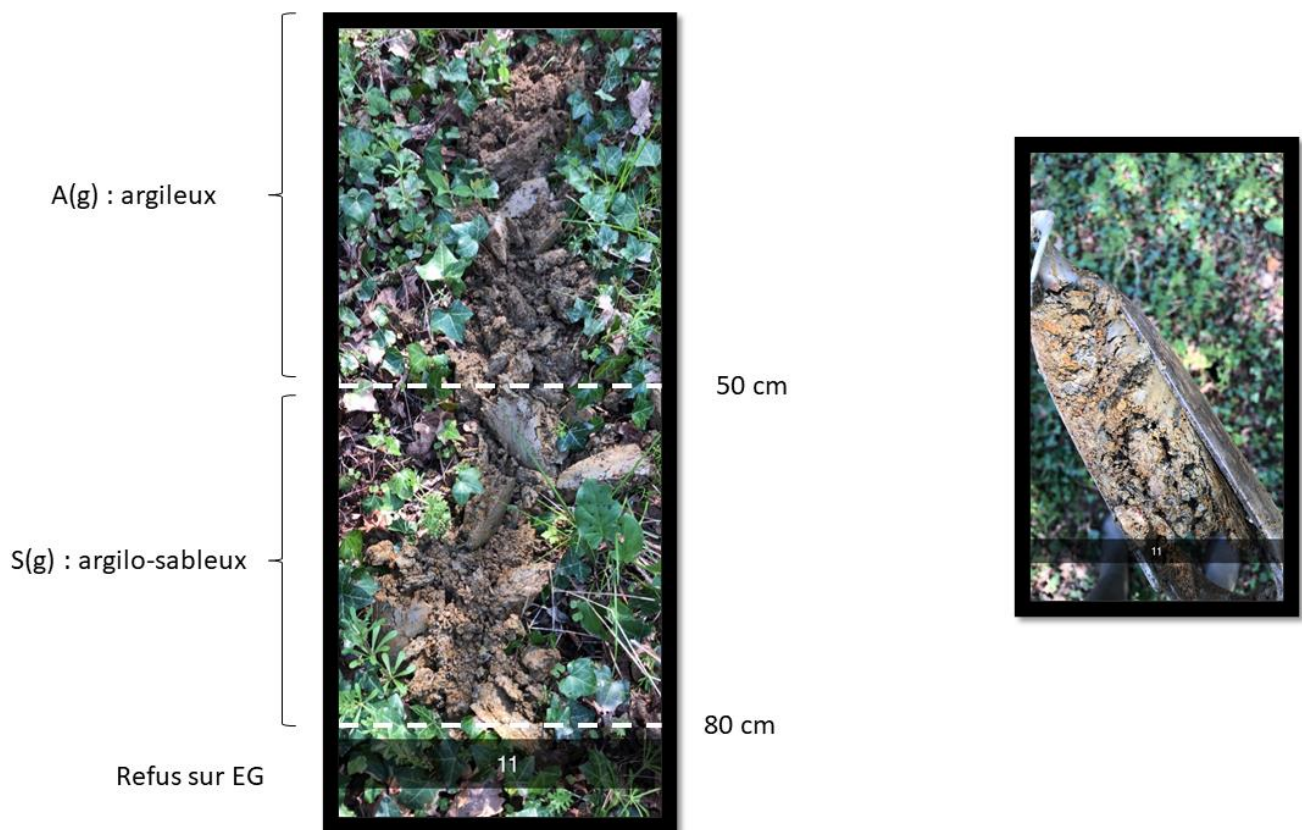


Figure 16. Illustration BRUNISOL-REDOXISOL (Source : NCA Environnement)

Ces sondages sont caractéristiques de zones humides (GEPPA type V).

IV. 6. Zones humides

Suite à l'expertise pédologique et en s'appuyant sur l'inventaire de connaissance, environ 5,8 ha de zone humide ont été identifiés sur la zone d'étude. Une étude spécifique aux zones humides permettrait de confirmer cela.

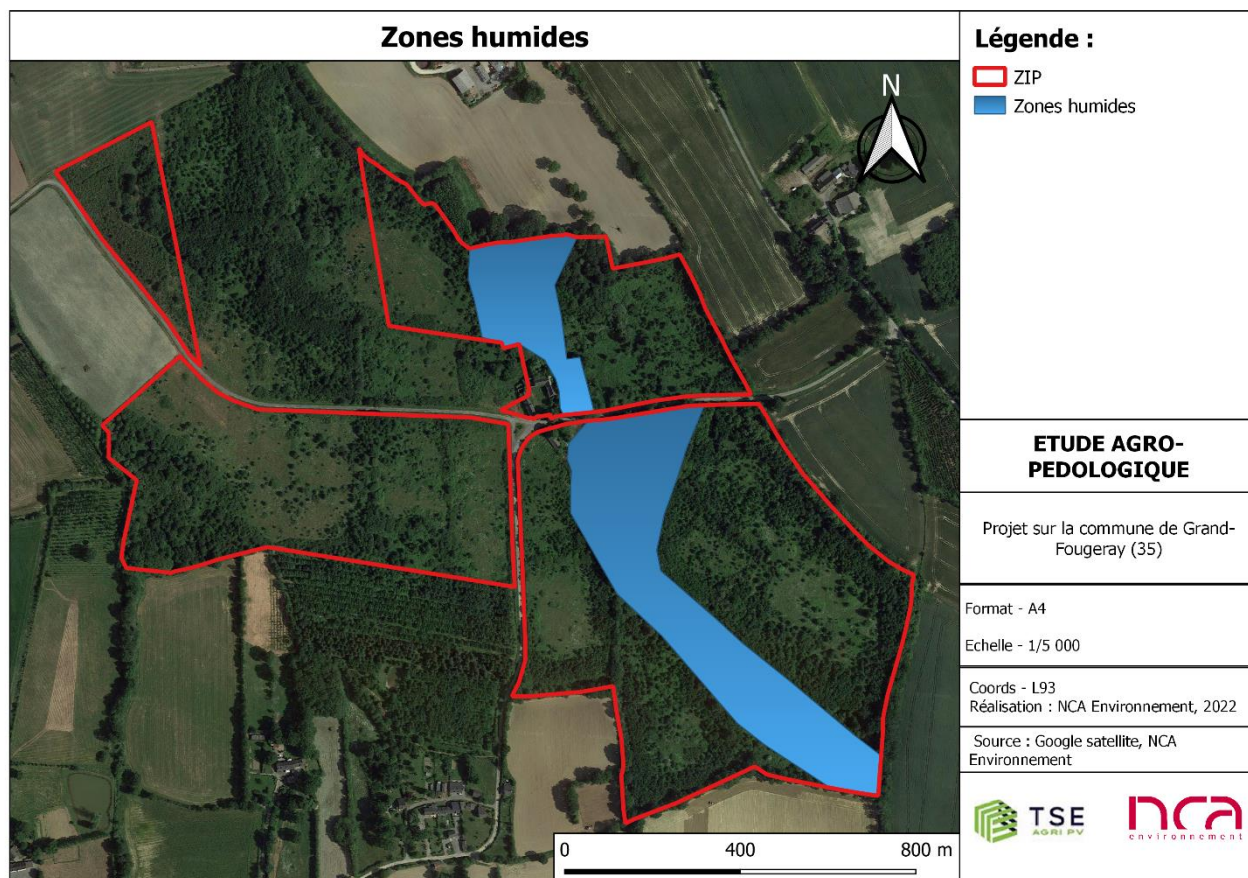


Figure 17. Localisation des zones humides expertisées

V. EVALUATION DE LA FERTILITE DU SOL

V. 1. Critères d'évaluation

V. 1. a. Structure des sols

Le sol se caractérise par une structure grumeleuse en lien avec la texture à dominante limoneuse et argileuse.

Ce type de structure aboutit à une bonne porosité, c'est-à-dire que les espaces vides où peuvent se stocker l'air et l'eau sont nombreux. Le sol est donc aéré et favorable au développement du système racinaire des végétaux.

V. 1. b. Texture des sols

La texture des sols dépend des proportions relatives des éléments le constituant. Elle commande les caractéristiques physiques du sol et notamment son comportement vis-à-vis de l'eau et de l'air (porosité, réserve utile...).

La texture de surface et celle en profondeur, est limono-argileux pour les BRUNISOL-REDOXISOL et les BRUNISOL moyennement profonds issus de schiste.

Pour les BRUNISOL rédoxique, la texture de surface est argileuse puis devient argilo-sableuse en profondeur. La présence d'argile dès la surface dans ces sols peut rendre les opérations culturales difficiles.

V. 1. c. Profondeur d'enracinement

La profondeur du sol sur les BRUNISOL issus de schiste est relativement faible allant de 25 à 40 cm. Tandis que les BRUNISOL-REDOXISOL et BRUNISOL rédoxique issus grès sont des sols un peu plus profonds allant jusqu'à 80 cm.

Une profondeur faible est un facteur limitant pour l'enracinement de la plupart des cultures, mais également pour les opérations du travail du sol.

V. 1. d. La réserve utile en eau

Le réservoir utilisable maximal (RUM) représente la quantité d'eau maximale utilisable par les plantes dans le sol. Cette notion correspond à l'ancien terme « réserve utile » (RU). Un sol contient d'autant plus d'eau qu'il est profond, riche en matière organique, en limons et argile. Le RUM a été estimé en utilisant les outils développés par la Chambre d'Agriculture de l'Aisne selon la méthode des textures. Une épaisseur moyenne a été prise pour chaque type de sol.

La Réserve Facilement Utilisable en eau (RFU) représente quant à elle la réserve facilement utilisable par les cultures soit 2/3 de la RU.

Cette réserve utile correspond à l'eau potentiellement assimilable par les plantes : c'est la quantité d'eau absorbable par le sol et facilement restituable aux végétaux.

Tableau 5. Estimation de la réserve facilement utilisable en eau (RFU)

Type de sol	RFU (mm)
BRUNISOL moyennement profond issu de schiste dur	53,4
BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès	75,7
BRUNISOL-REDOXISOL argileux	95,7

La zone d'étude se caractérise majoritairement par des sols ayant une capacité de rétention en eau faible. Ce sont des sols qui peuvent faiblement fournir les besoins en eau des cultures en conditions hydriques normales, ce qui limite fortement la productivité des terres agricoles. En cas de conditions séchantes et sans irrigation, l'impact sur la culture implantée est fort.

V. 1. e. Charge en éléments grossiers

Son incidence, à partir d'une pierrosité supérieure à 25 % du poids total de la terre dans le profil, constitue un sérieux handicap pour le travail du sol, la vitesse d'implantation du système racinaire et le volume de sol exploitable. Les pierres de nature calcaire sont moins pénalisantes que celles de nature siliceuse (le calcaire est bien souvent poreux, plus ou moins soluble et parfois peu résistant).

La zone d'étude se caractérise par une charge en éléments grossiers en surface très faible. De même, pour les BRUNISOL rédoxique issus de grès et les BRUNISOL-REDOXISOL, la charge en éléments grossiers est faible dans le profil.

A l'inverse, les BRUNISOL issus de schiste présentent une charge en éléments grossiers dans le profil supérieure à 25 %. Cette proportion d'éléments grossiers est pénalisante pour l'activité agricole (travail du sol).

V. 1. f. Hydromorphie

L'hydromorphie, présence d'eau temporaire en excès en surface et dans le profil, se caractérise notamment par des tâches d'oxydo-réduction puisqu'en présence d'eau, le sol manque d'oxygène et devient réducteur.

L'hydromorphie est donc préjudiciable pour les plantes, car entravant la respiration et le développement racinaire. De plus, lorsque le sol est engorgé, il perd de sa portance et n'est plus capable de supporter le passage d'engins agricoles (ornières). Au-delà de la difficulté de circuler sur un sol saturé en eau, l'intervention mécanique peut dégrader la structure du sol, ce qui impacte la porosité et donc la circulation de l'eau, la croissance et le fonctionnement racinaire.

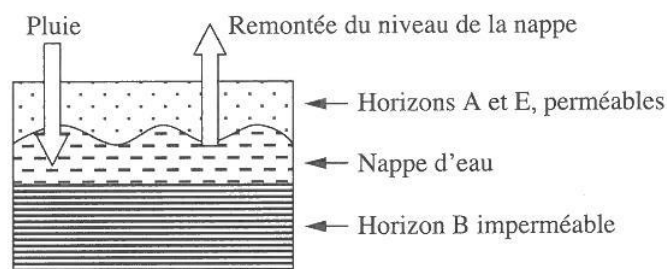


Figure 18. Schéma de l'engorgement d'un sol.

Les BRUNISOL-REDOXISOL présentent des traces d'hydromorphie dès la surface. A l'inverse, les BRUNISOL rédoxique présentent des traces d'oxydo-réduction au contact du matériau parental.

Les BRUNISOL moyennement profonds issus de schiste sont sains.

Cet engorgement temporaire affecte négativement le développement et le rendement des cultures.

Lorsque ces sols sont durablement engorgés, le rendement des cultures en place peut être fortement diminué, voire détruit. Pour exemple, en avril, période essentielle à la majeure partie des cultures, si le sol est engorgé pendant plus de 7 jours, le rendement de la pomme de terre est réduit de 60% et de 20% pour les céréales d'automne (blé/orge). Le rendement est réduit à 100% après 9 jours pour la pomme de terre et à 60% après 15 jours pour le blé/orge.

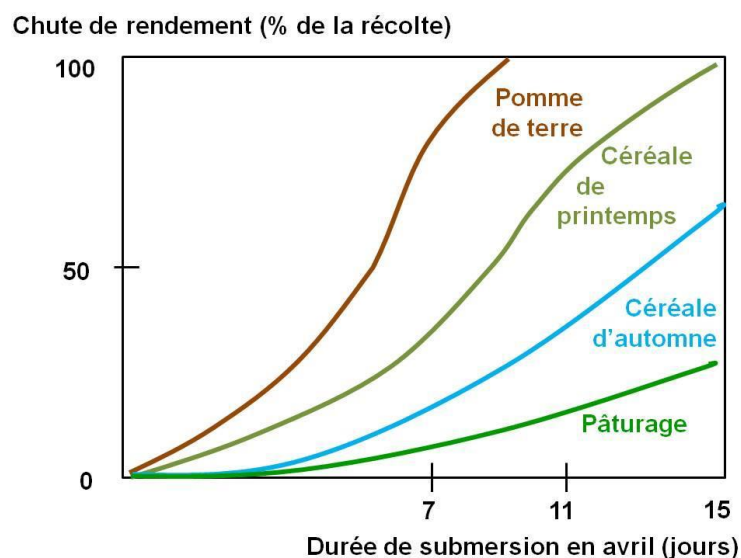


Figure 19. Effet de la durée de submersion en avril sur le rendement (Guyon, 1972)

Cet excès d'eau, perturbant le fonctionnement racinaire des plantes, va également induire une réduction de la consommation en eau des cultures. Paradoxalement, plus l'excès d'eau est important et prolongé dans le temps, et moins les plantes ne peuvent s'alimenter convenablement en eau.

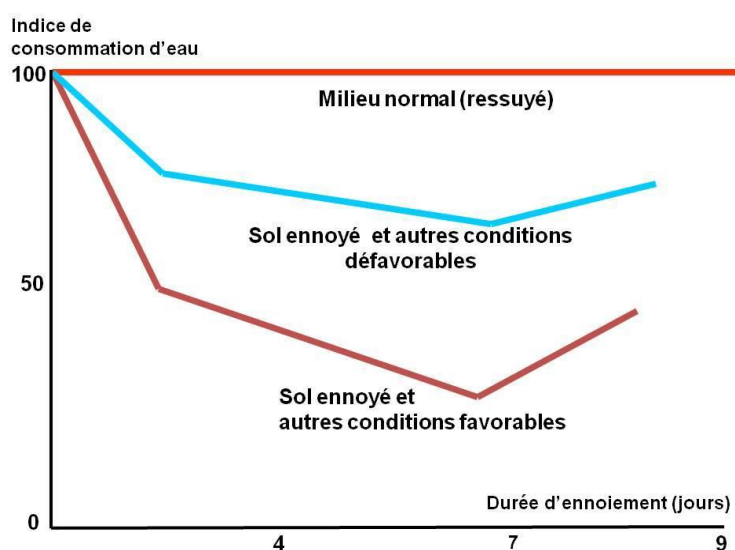


Figure 20. Effet de l'excès d'eau sur la consommation en eau du maïs (Périgaud, 1967)

De plus, cette situation peut conduire à la formation de substances toxiques par réaction d'oxydo-réduction, tels les ions Al^{3+} . Cet excès d'ions Al^{3+} peut provoquer un stress à la plante, en créant un déficit en manganèse. L'hydromorphie modifie les propriétés physiques du sol et ralentit son réchauffement au printemps. L'asphyxie racinaire induite empêche également les nodosités et la symbiose légumineuses-bactérie rhizobium de s'installer. Cette symbiose est très importante en agriculture dans la fourniture et l'enrichissement naturel d'un sol en azote. En effet, la nitrification s'en trouve ralentie ou totalement bloquée, car les bactéries qui en sont responsables n'ont pas assez d'oxygène.

L'excès d'eau limite l'assimilation des éléments nutritifs par les végétaux, accroît les risques de compactage et de battance du sol et réduit la praticabilité, il retarde la préparation des terres et entrave la récolte des cultures automnales. Il diminue les rendements et gêne l'agriculteur dans la conduite de l'ensemble du système de production de l'exploitation.

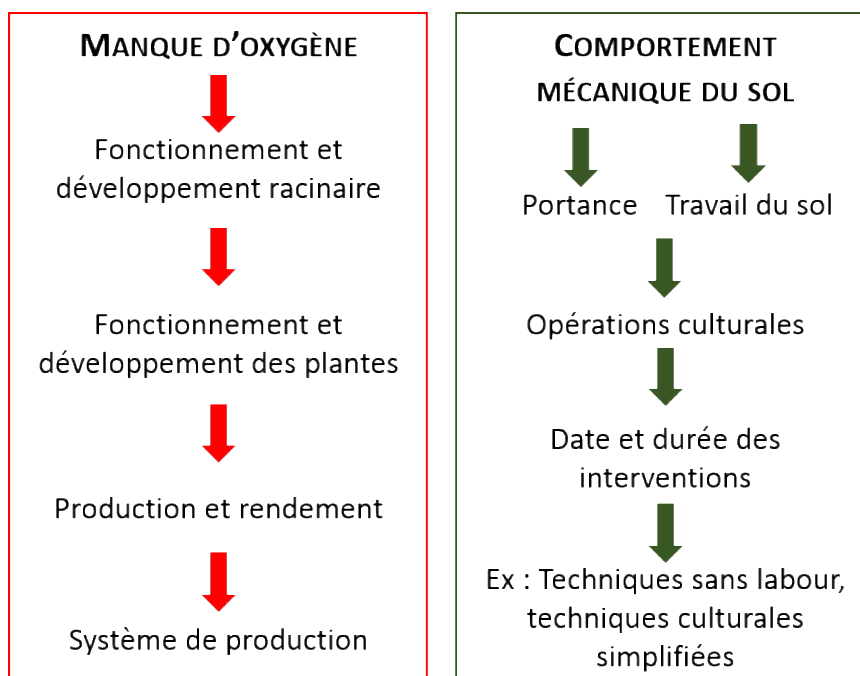


Figure 21. Chaînes des conséquences et inconvénients liés à l'excès d'eau dans les terres agricoles

Ces contraintes au niveau du système « climat-sol-plante » ont des répercussions variables selon les productions. L'excès d'eau restreint le choix des cultures et augmente les coûts de production. L'exploitant est fortement contraint dans la gestion du parcellaire, mais aussi dans l'orientation du système de production, limitant parfois les possibilités de son adaptation aux évolutions de l'environnement économique.

V. 1. g. Calcaire actif

Le calcaire actif est la fraction de carbonate de calcium (calcaire) CaCO_3 qui s'altère rapidement et qui libère du calcium.

La présence de ce calcaire entraîne une abondance de calcium dans les solutions et sur le complexe argilo-humique. Une ambiance physico-chimique calcique se caractérise également par une saturation du complexe d'échange. Bien que nécessaire à la nutrition des plantes, en excès, le calcium peut être pénalisant et facteur limitant pour les productions végétales. Il peut induire des carences par phénomène de blocage de l'absorption de certains éléments minéraux (bore (B), fer (Fe), manganèse (Mn) et zinc (Zn)) ou par compétition pour l'absorption d'autres cations, comme le magnésium (Mg) et le potassium (K). Il peut également bloquer l'évolution de la matière organique en créant une glande carbonatée autour de l'humus.

La teneur en carbonates de calcium est comprise entre 1,02 et 2,44, ce qui est faible et reflète des sols peu, voire pas calcaire.

En effet, l'absence l'effervescence à l'HCl dans tous les types de sols indique qu'ils ne contiennent pas, ou très peu, de calcaire actif.

V. 1. h. pH des sols et statut acido-basique

D'après l'analyse de sol réalisée, le pH_{eau} qui mesure l'acidité actuelle du sol, est entre 5,2 et 5,9. Ainsi, le sol de la zone d'étude est plutôt acide.

L'acidité d'un sol influence la nutrition minérale des plantes et donc leur bon développement. La vie du sol est également ralentie par un manque de stabilité structurale et suite d'une faible activité biologique (minéralisation, dégradation de la matière organique, nitrification...) due à un mauvais développement des

bactéries. Dans ces types de sols, l'efficacité des engrais minéraux est aussi réduite puisque les éléments apportés restent bloqués dans le sol. Peu d'éléments minéraux sont donc recyclés et absorbés par les racines.

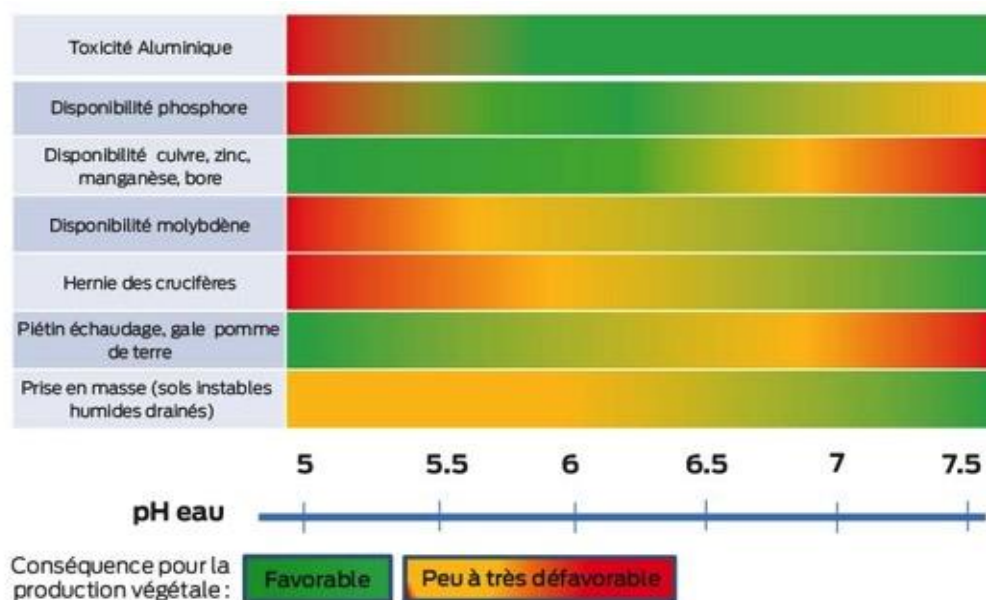


Figure 22. Disponibilité des éléments minéraux en fonction du pH

Ce niveau de pH_{eau} peut poser certaines contraintes culturales, notamment pour la stabilité structurale et la prise en masse, mais également la nutrition minérale des plantes (disponibilité du phosphore). Un amendement en minéraux basiques pluriannuel permettrait de corriger ce pH.

V. 1. i. Matière organique et activité biologique

Humus

Les sols se caractérisent par un humus de type « mull », avec une bonne minéralisation de la matière organique.

Etat humique

La minéralisation de la matière organique est un processus fondamental, car il aboutit à sa transformation en éléments simples, les seuls qui soient assimilables par les plantes.

Le taux de matière organique (MO) est un paramètre de base permettant le suivi de la fertilité de la parcelle et le raisonnement des apports. Le taux de MO d'un sol est calculé à partir de la mesure du carbone organique total d'un échantillon ; par convention : Taux de Matières Organiques = Carbone organique total x 1,72.

Selon les analyses de sol réalisées, la quantité de matière organique va de 6,1 % à 7,2 %. Cette quantité de MO élevée est satisfaisante et est favorable à la fertilité du sol.

Plusieurs analyses complémentaires permettent de qualifier les matières organiques du sol. Les plus communes sont la teneur en azote total et le rapport carbone organique/azote total dénommé rapport C/N.

Le rapport C/N est un indicateur de l'activité biologique des sols et renseigne sur le degré d'évolution de la matière organique, l'activité biologique, mais aussi le potentiel de fourniture d'azote par le sol (minéralisation).

Plus le rapport C/N est élevé (> 12), plus l'activité biologique est réduite et la minéralisation rencontre des difficultés, ceci pouvant traduire une acidité excessive ou des conditions d'anaérobie. Le sol est un milieu

vivant et sans cette vie, l'évolution des éléments minéraux du sol et leur mise à disposition à la plante ne sont pas possibles. Une bonne activité biologique est donc un préalable à une bonne fertilité générale.

Le C/N renseigne de la richesse de l'humus en azote donc du potentiel de fourniture d'azote par le sol, mais aussi sur la vitesse de minéralisation de l'humus.

Le rapport C/N est satisfaisant pour le BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès, puisqu'il est de 11,8, ce qui indique une bonne décomposition de la matière organique dans ce type de sol, mais c'est un sol qui s'épuise compte tenu du pH.

Le rapport C/N est un peu plus élevé pour le BRUNISOL moyennement profond issu de schiste, puisqu'il est de 12,1, ce qui indique une décomposition lente et difficile de la matière organique.

V. 1. j. CEC

La capacité d'échange cationique (CEC) est la quantité de cations qu'un sol peut retenir sur son complexe absorbant. Elle permet d'appréhender la « taille » du réservoir en éléments nutritifs, soit en quelque sorte le « garde-manger » du sol.

Les analyses indiquent une CEC de 17,1 méq/100 g pour le BRUNISOL moyennement profond issu de schiste. Le complexe argilo-humique est peu saturé en ions calcium ($\text{Ca}/\text{CEC} = 51$). De même, le taux de saturation est faible (61,6 %), d'où un pH plutôt acide.

La CEC de ce sol est moyenne, en lien avec les faibles teneurs en argile du sol. Cette valeur indique que le sol a une capacité moyenne à retenir les éléments nutritifs pour l'alimentation des plantes.

Les analyses indiquent une CEC de 13,1 méq/100 g pour le BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès. Le complexe argilo-humique est très peu saturé en ions calcium ($\text{Ca}/\text{CEC} = 28$). De même, le taux de saturation est très faible (44,8 %), d'où un pH plutôt acide.

La CEC de ce sol est moyenne, en lien avec les faibles teneurs en argile du sol. Cette valeur indique que le sol a une capacité moyenne à retenir les éléments nutritifs pour l'alimentation des plantes.

V. 1. a. Milieu nutritif

La charge en éléments majeurs assimilables ou échangeables permet d'évaluer la richesse du sol et de mettre au point une stratégie de fertilisation.

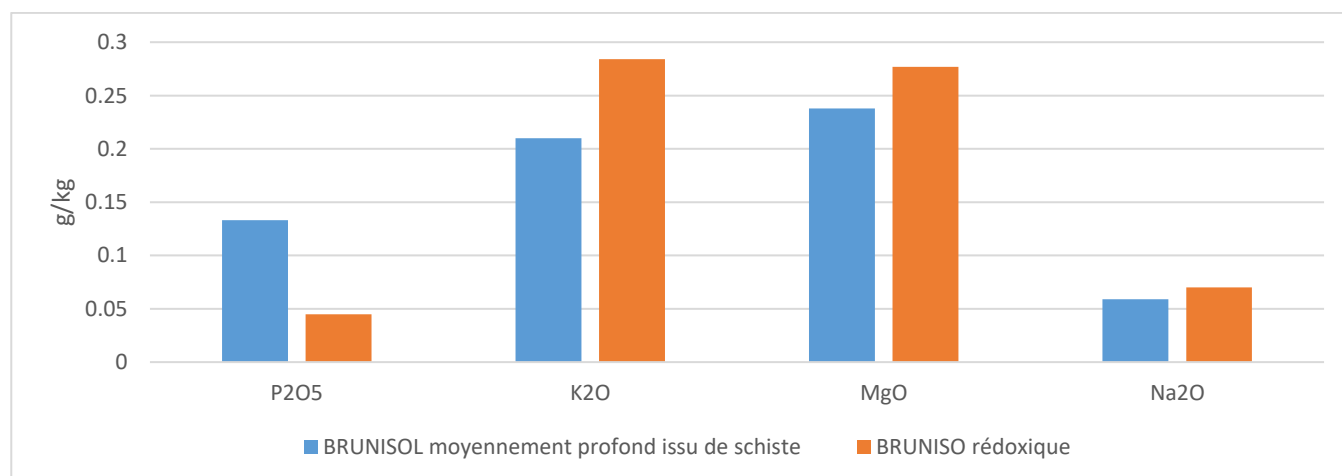


Figure 23 : Éléments fertilisants

Pour le BRUNISOL moyennement profond issu de schistes :

Selon les résultats des analyses, la concentration en phosphore (P_2O_5) assimilable par les plantes est de 0,133 g/kg, ce qui classe ces sols dans la catégorie des sols faiblement pourvus en phosphore. Dans ces conditions, il est nécessaire d'apporter du phosphore à la plante pour couvrir ces besoins.

Il en va de même pour la concentration en potassium qui est elle aussi faible (0,21 g/kg).

Les concentrations en magnésium et sodium sont satisfaisantes : 0,238 et 0,059 g/kg respectivement.

Pour le BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès :

Selon les résultats des analyses, la concentration en phosphore (P_2O_5) assimilable par les plantes est de 0,045 g/kg, ce qui classe ces sols dans la catégorie des sols très faiblement pourvus en phosphore. Dans ces conditions, il est nécessaire d'apporter du phosphore à la plante pour couvrir ces besoins.

A l'inverse, les concentrations de potassium (0,284 g/kg), magnésium (0,277 g/kg) et sodium (0,07 g/kg) sont satisfaisantes.

L'excès de calcium peut être un frein à la production agricole. En effet, certains éléments minéraux tels que le phosphore ou le potassium peuvent être bloqués par le calcium.

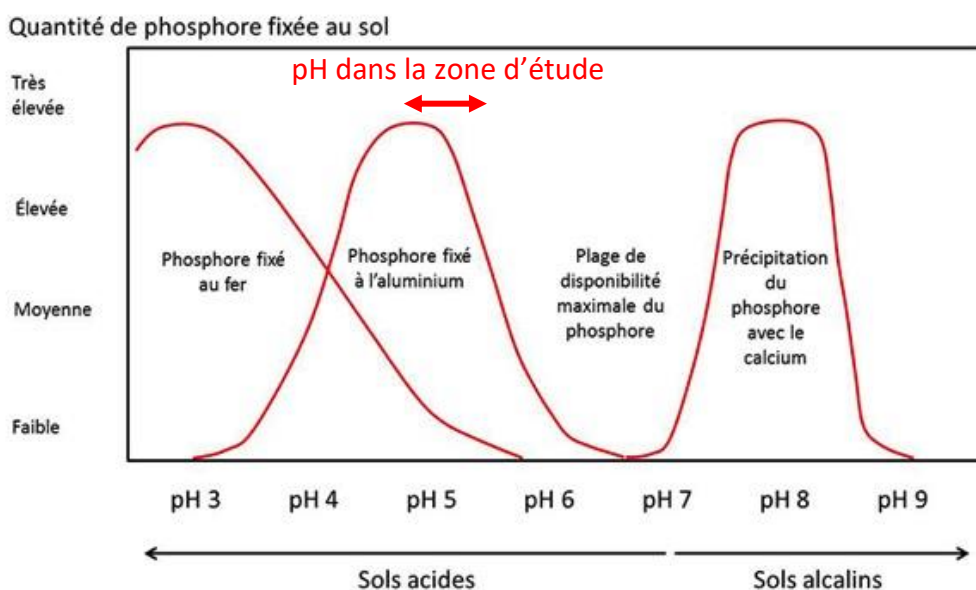


Figure 24. Disponibilité du phosphore en fonction du pH

Les sols de la zone d'étude ont une carence en phosphore et en potassium pour le BRUNISOL moyennement profond uniquement.

La teneur en éléments nutritifs d'un sol dépend pas de sa nature, mais des pratiques agricoles. Les faibles taux en phosphore du sol sont expliqués par l'arrêt des pratiques sur ces terrains.

Cependant, ces teneurs peuvent être corrigées par fertilisation afin de répondre aux besoins des plantes.

V. 2. Aptitude agronomique

Au vu des caractéristiques du sol, et en grandes cultures, le potentiel agronomique de la zone étudiée est moyen à limité (Tableau 6 et Figure 25).

Tableau 6. Potentiel agronomique de la parcelle

Sol	Surface estimée totale en ha	Potentiel agronomique
BRUNISOL moyennement profond issu de schiste	20,7	Sol à potentiel moyen
BRUNISOL rédoxique moyennement profond issu de grès	5,1	Sol à potentiel moyen
BRUNISOL-REDOXISOL argileux	5,8	Sol à potentiel limité

Plus en détail, l'étude pédologique fait ressortir les éléments suivants :

- Structure aérée et favorable au développement racinaire,
- Texture limono-argileuse pour le BRUNISOL et BRUNISOL rédoxique. Une texture plutôt argileuse pour le BRUNISOL-REDOXISOL,
- Une profondeur faible limitant l'enracinement et les opérations culturales dans le BRUNISOL,
- Un engorgement temporaire dans le BRUNISOL-REDOXISOL et des traces d'hydromorphie pour le BRUNISOL rédoxique,
- pH acide défavorable à l'assimilation des éléments minéraux (phosphore) et à la stabilité structurale,
- Carence en phosphore dans la zone d'étude et en potassium uniquement pour le BRUNISOL,
- Potentiel biologique faible pour le BRUNISOL,
- Une CEC moyenne et peu saturée en ion calcium,
- Taux de matière organique bon,
- Faible capacité de rétention en eau.

La zone d'étude se caractérise par un potentiel agronomique allant de moyen à limité pour les sols hydromorphes. Ce sont 5,8 ha de sol qui possèdent un potentiel agronomique limité.

Le potentiel agronomique moyen (25,8 ha) s'explique par une faible profondeur d'enracinement pour la production végétale, un pH défavorable à l'assimilation des éléments minéraux et une capacité de rétention en eau faible. De même, la charge en éléments grossiers dans les sols limite les opérations culturales.

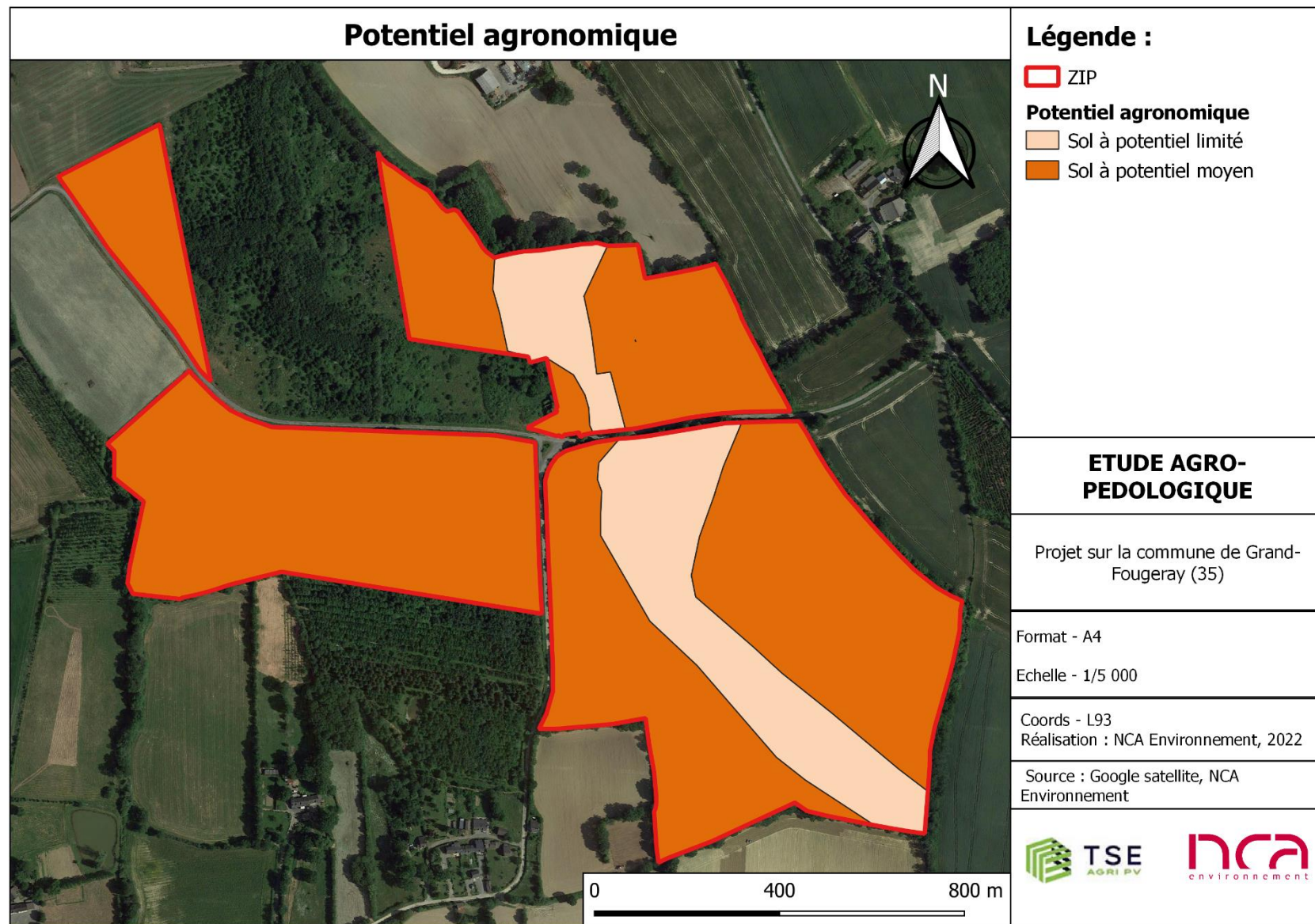


Figure 25. Aptitude agronomique de la zone d'étude

VI. VALORISATION AGRICOLE DU SITE

Le site d'étude se caractérise par une zone en friche agricole, dont 5,8 ha correspondent à des sols caractéristiques de zones humides. Environ 0,2 ha de bâti abandonné est présent dans la zone d'étude.

Une valorisation agricole du site est envisageable sur les surfaces se situant à l'ouest du croisement (deux zones) et sur une petite partie de la grande zone au sud-est, soit environ 12 ha, en prenant en considération les différents diagnostics réalisés (Figure 26).

En effet, il serait préférable d'éviter si possible la zone est où sont localisés les sols caractéristiques des zones humides ou présentant une végétation arbustive dense et des pentes supérieures à 7 % peu adaptées aux opérations culturales liées à la production végétale.

Tableau 7 : Analyse AFOM pour une valorisation agricole du site

Atouts de la zone d'étude	Faiblesses
• Surface faiblement en pente d'environ 12 ha • Activité économique agricole possible • Bon taux de matière organique • Bonne accessibilité du site • Pas de trace d'engorgement temporaire	• Sol difficile à travailler (charge en élément grossier), • Sol à tendance acide et faible teneur en éléments nutritifs. • Faible profondeur d'enracinement • Faible potentiel biologique
Opportunités	Menaces
• 63 % de la sole départementale consacrée aux surfaces toujours en herbe. • Un territoire communal tourné vers la polyculture-polyélevage. • Demande sociétale pour des produits alimentaires locaux. • Demande de la restauration collective croissante.	• Changements climatiques : sécheresses, grêles, gel... • Fluctuation des marchés agricoles mondiaux (géopolitiques). • Amplification des risques climatiques, techniques, économiques et sanitaires qui pèsent lourd sur les productions agricoles.

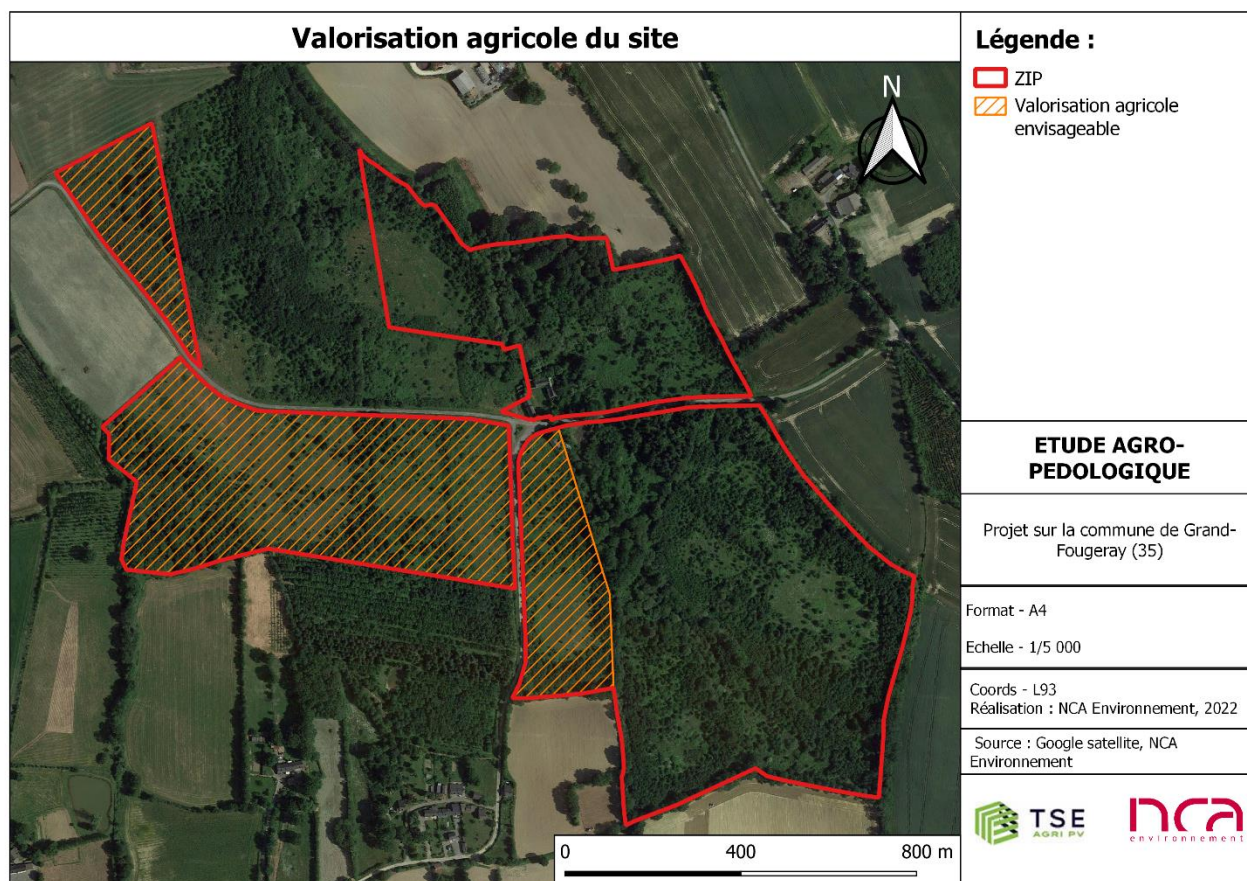


Figure 26. Zones envisageables pour une activité agricole

VI. 1. Amélioration du potentiel agronomique des sols et préconisations

Les analyses montrent une acidité à maîtriser pour l'ensemble de la zone d'étude et une teneur moyenne en cations échangeables sur l'ensemble du site. Des amendements en minéraux basiques, organiques, en potassium et phosphore seront à réaliser pour améliorer le potentiel du sol.

Le taux de matière organique est satisfaisant dans les sols, mais la décomposition de la MO reste difficile et lente dû à un rapport C/N élevé. Un rapport C/N élevé signifie qu'il n'y a pas assez d'azote ou trop de carbone dans le sol. De ce fait, l'azote du milieu ne se retrouvera plus disponible pour les plantes dû à son utilisation par les microorganismes dégradant la MO. Afin d'éviter des carences d'azote « faim d'azote » pour les plantes, il est conseillé de laisser les matières carbonées du sol avant de cultiver ou d'apporter de l'azote au sol avant que les plantes en manque.

La capacité de rétention en eau est faible dans la zone d'étude, impliquant une faible capacité du sol à fournir les besoins en eau des cultures en conditions hydriques normales. Dans le cadre d'une production végétale de type « grandes cultures », il est nécessaire d'irriguer afin d'obtenir une bonne productivité.

Le sol a majoritairement une texture à dominante limono-argileuse, il est préconisé de maximiser la couverture du sol pour éviter la formation d'une croûte de battance et un départ de la matière organique par ruissellement. D'autant plus que la zone présente une faible pente.

VI. 2. Orientations envisageables

À la vue des qualités agronomiques et des contraintes environnementales, les sols de la zone envisagée sont très limitants pour la production végétale de type « grandes cultures » du fait d'une profondeur d'enracinement très faible, d'une charge en éléments grossiers importante qui limite les opérations culturales et d'une faible capacité de rétention en eau (RFU faible) qui, dans un contexte climatique de plus en plus difficile (sécheresse), va fortement diminuer la productivité des terres. Ces constats ont amené dans le passé à l'abandon de l'exploitation de ces terrains pour l'agriculture.

Dans les conditions actuelles, le site est propice à la mise en place d'une prairie pluri-espèces pâturée. Toutefois, celle-ci doit être adaptée aux conditions pédoclimatiques de la zone, avec le cas échéant, un chargement animal adapté afin de préserver la ressource fourragère, notamment en période estivale. Dans ce cadre-là, un diagnostic prairial est nécessaire en amont. Celui-ci aura pour objectif de déterminer le mode de rénovation et d'entretien de la prairie afin de répondre aux exigences de production du futur exploitant.

Un élevage ovin est tout à fait compatible avec le projet photovoltaïque. Les exploitations agricoles étant majoritairement tournées vers l'élevage dans la région, un élevage ovin lait apparaîtrait comme une alternative à la production laitière bovine pour les petits quotas. Toutefois, la centrale solaire devra être adaptée à l'agriphotovoltaïque et aux exigences de la production ovine (dimensions, équipements, hauteurs des panneaux, mise en place d'un suivi...).

Une activité d'élevage permettrait de redonner un potentiel agronomique et économique à la zone.

BIBLIOGRAPHIE

- AGRESTE. (2016). Tableaux de l'agriculture Bretonne.
- Baize , D., & Girard, M. (2008). Référentiel pédologique 2008.
- Chambre d'Agriculture Ille-et-Vilaine. (2009). Profild agricole du Pays de Redon et Vilaine.
- Guyon, G. (1972). *Recherche de l'écartement optimal des drains et importance relative des facteurs en jeu*. Bull. Techn. Inf., p 273-274 : p 1095-1111.
- Périgaud, S. (1967). *Effet du manque d'oxygène et de l'excès d'eau au niveau des racines sur la croissance et la nutrition globale de la plante*. Ann. agron., 18 (5) : p 485-506.

ANNEXE

ANNEXE 1. RAPPORT ANALYSE DE SOL

ANALYSES DE TERRES

 N° adhérent : **5041918**
 Nom client : **NCA (i)**
 Adresse : **11 ALLEE JEAN MONNET (i)**
86170 NEUVILLE DU POITOU (i)
 Organisme : **NCA ENVIRONNEMENT (i)**
 Identification de l'échantillon : **A1 POINT 3 (i)**

 Coordonnées GPS :
 Latitude : **6624805.76536 (i)**
 Longitude : **487451.73062 (i)**

 Date de prélèvement : **30/03/2022 (i)**
 Date de réception : **31/03/2022**
 Date du début de l'essai : **31/03/2022 13:12:42**
 N° laboratoire : **93546238**
 Délai de conservation de l'échantillon : **2 mois sur Sec**
 Préleveur : **TURQUOIS Florian (i)**
Analyse physico constitutive

	Détermination	Norme méthode	Résultats	Incertitude	Unité
Granulométrie sans décarbonatation	Argile ($\leq 2 \mu\text{m}$)	NF X 31 -107	19.1		% TFS
	Limons fins (2 - 20 μm)	NF X 31 -107	30.22		% TFS
	Limons grossiers (20 - 50 μm)	NF X 31 -107	15.15		% TFS
	Sables fins (50 - 200 μm)	NF X 31 -107	6.91		% TFS
	Sables grossiers (200 - 2000)	NF X 31 -107	21.44		% TFS
	* Calcaire - CaCO_3 total	Méthodes internes SAS-PROD-MOP-021 / SAS-PROD-MOP-022	<0.1	---	% TFS
	* Matière organique	Méthodes internes SAS-PROD-MOP-023 (extraction) / SAS-PROD-MOP-024 (dosage)	7.18	± 0.61	% TFS
	* Carbone organique	Méthodes internes SAS-PROD-MOP-023 (extraction) / SAS-PROD-MOP-024 (dosage)	4.17	± 0.35	% TFS
	* Azote total (combustion sèche)	Méthode interne SAS-MDM-METH-PACR-MOP-006	0.344	± 0.01	% TFS
	Rapport C/N	Calcul	12.13		
	* CEC Metson	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-066 (extraction) / SAS-MDM-METH-P96-MOP-001 (dosage) / SAS-MDM-METH-P96-VAL-009	17.1	± 1.3	meq / 100 g TFS
	* CEC cobalthexammine	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-065 (extraction) / AUREA45-MDM-METH-MOP-013 (dosage)	---	---	meq / 100 g TFS

Analyse chimique - Valeur agronomique

	Détermination	Norme méthode	Résultats	Incertitude	Unité
Cations échangeables d'NH_4	* pH H_2O	Méthode interne AUREA45-MDM-METH-P96-MOP-001	5.9	± 0.1	
	* pH KCl	Méthode interne AUREA45-MDM-METH-P96-MOP-001	4.7	± 0.1	
	* P_2O_5 Olsen	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-061 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-062 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* P_2O_5 Joret-Hébert	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-063 (extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-064 (dosage)	0.133	± 0.017	‰ TFS
	* K_2O échangeable	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-067 / SAS-MDM-METH-MOP-068	0.21	± 0.018	‰ TFS
	* MgO échangeable	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-067 / SAS-MDM-METH-MOP-068	0.238	± 0.015	‰ TFS
	* CaO échangeable	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-067 / SAS-MDM-METH-MOP-068	2.44	± 0.19	‰ TFS
	* Na_2O échangeable	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-067 / SAS-MDM-METH-MOP-068	0.0593	± 0.0069	‰ TFS
Oligos bio disponibles	* Cu EDTA	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-069 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-070 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* Zn EDTA	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-069 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-070 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* Mn EDTA	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-069 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-070 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* Fe EDTA	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-069 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-070 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* Bore eau bouillante	Méthodes internes SAS-MDM-METH-P96-MOP-017 (Extraction) / SAS-MDM-METH-P96-MOP-016 (dosage)	---	---	mg / kg TFS

Eléments traces métalliques totaux

	Détermination	Norme méthode	Résultats	Incertitude	Unité
ETM totaux extraits à l'eau régale	* Mercure	Méthodes internes AUREA45-MDM-METH-MOP-012 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-011	---	---	mg / kg TFS
	* Cadmium	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Chrome	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Cuivre	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Nickel	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Plomb	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Zinc	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS

Oligo-éléments totaux

	Détermination	Norme méthode	Résultats	Incertitude	Unité
Oligos totaux extraits à l'eau régale	Bore total	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		mg / kg TFS
	Cobalt	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		mg / kg TFS
	Fer total	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		%TFS
	Manganèse total	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		mg / kg TFS
	Molybdène	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		mg / kg TFS
	Sélénium	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / NF EN ISO 15586	---		mg / kg TFS

Analyses réalisées sur terre fine sèche (TFS) préparée selon la norme NF ISO 11464.

Commentaires :
 (i) Informations fournies par le client.

 Fait à Ardon, le 13/04/2022 - JUSTE Christophe
 Responsable technique, service Terres.



DEMANDEUR / PRESCRIPTEUR

NCA ENVIRONNEMENT
11 Allée Jean Monnet
86170 NEUVILLE DE POITOU

DESTINATAIRE

NCA
11 ALLEE JEAN MONNET
86170 NEUVILLE DU POITOU

Technicien : TURQUOIS Florian

PARCELLE

N° ilot :

Référence **A1 POINT 3**

Surface

X/Long 487451.73062 Y/Lat 6624805.76536

Coordonnées GPS

CARACTERISTIQUES DU SOL

Type de sol	LIMON ARGILEUX		
Densité apparente (T/m3)	1.3	Sol (profondeur)	
Masse du sol (T/ha)	1500	Pierrosité	
Profondeur de prélèvement (cm)	0 cm	Réserve en eau Facilement Utilisable (RFU) estimée sur la profondeur de prélèvement	
Sol / Sous-sol	SOL		

N° RAPPORT

93546238

Date de prélèvement 30/03/2022

Date de réception 31/03/2022

Date de début de l'essai 31/03/2022

Date d'édition 13/04/2022

Préleveur

22-21-AG GRAND FOUGERAY

N° bon de commande

ETAT PHYSIQUE

Granulométrie (pour mille)

Argiles (< 2 µm) :	206
Limons fins (2 à 20 µm) :	326
Limons grossiers (20 à 50 µm) :	163
Sables fins (50 à 200 µm) :	74
Sables grossiers (200 à 2000 µm) :	231

(granulométrie sans décarbonatation)

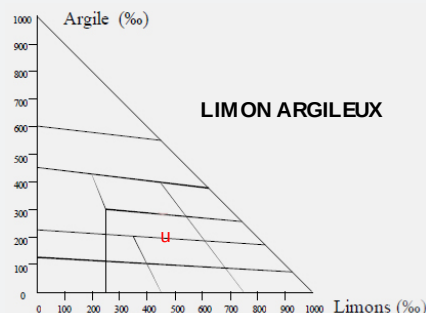
Sol non battant
Porosité défavorable

Texture selon le triangle GEPPA :

Indice de battance : **0.6**

Indice de porosité : **1.1**

Refus (%) :



ETAT ORGANIQUE

* Matière organique (%) ⁽¹⁾	7.2	2.3	Elevé
--	------------	------------	-------

⁽¹⁾ MO=carb.org × 1.72 Incertitude : ± 0.61

souhaitable

* Azote total (%) :	0.344	Incertitude : ± 0.015
---------------------	--------------	-----------------------

Rapport C/N	12.1	8-12	Elevé
-------------	-------------	-------------	-------

Décomposition de la MO : Rapide Lente souhaitable

Estimation du coefficient k2 (%) :

0.62

Estimation de l'azote minéralisable en kg/ha :

32 kg/ha

Estimation des pertes annuelles en MO :

675 kg/ha

Stock minimal souhaitable en MO :

34 t/ha

Stock en matières organiques (MO) :

108 t/ha

Potentiel biologique : Faible

79

Rapport C/N élevé, décomposition lente et difficile de la matière organique.



N° RAPPORT

93546238

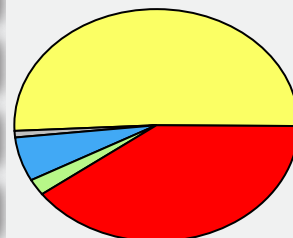
Référence

A1 POINT 3

STATUT ACIDO-BASIQUE

	Faible		Elevé	Incertitude
* pH eau	5.9			± 0.11
* pH KCl	4.7			± 0.11
* Calcaire total (g/kg)	<1			---
Calcaire Actif (g/kg)				---
* CaO (g/kg)	2.44			± 0.190
* CEC Metson cmol+/kg (=meq/100g)	17.1			± 1.3

Taux d'occupation de la CEC (%)



K/CEC : 2.6
Mg/CEC : 7.0
Na/CEC : 1.1
Ca/CEC : 51
H/CEC : 38.4 %

Taux de saturation S/CEC (%) ⁽²⁾ :

Actuel : 61.6

Optimal : >95

⁽²⁾ S = Somme des cations échangeables

POTENTIEL NUTRITIF

Éléments majeurs assimilables ou échangeables

Eléments	faible	Elevé	Incertitude	Souhaitable
* P ₂ O ₅ (g/kg) <i>Méthode Joret Hébert</i>	0.133		± 0.017	0.14 à 0.19
* P ₂ O ₅ (g/kg) <i>Méthode Olsen</i>			---	
* K ₂ O (g/kg)	0.210		± 0.018	0.25 à 0.44
* MgO (g/kg)	0.238		± 0.015	0.12 à 0.21

K / Mg : 0.37

Souhaitable : 0.32

K₂O / MgO : 0.9

Souhaitable : 0.7

Oligo-éléments (unité mg/kg)

	Risque de déficit	Risque d'excès	Incertitude	Référence
*Bore soluble			---	
Manganèse échangeable			---	
Cuivre échangeable			---	
*Cuivre EDTA			---	
*Manganèse EDTA			---	
*Fer EDTA			---	
*Zinc EDTA			---	

Autres résultats et calculs

	Incertitude	Souhaitable
Humidité résiduelle (% MB)		
Conductivité (mS/cm)	---	
Nickel DTPA (mg/kg)	---	
*Sodium (Na ₂ O g/kg)	0.059 ± 0.007	< 0.1
Potentiel REDOX (mV)	---	
P ₂ O ₅ Dyer (g/kg)	---	
Sulfates (mg/kg)	---	
P ₂ O ₅ total (% MS)	---	

Éléments traces métalliques totaux

valeurs limites réglementaires selon Arrêté du 8 janvier 1998			
Teneur (mg/kg)	Incertitude	Valeur limite réglementaire	Appr.
*Cadmium (Cd)	---	---	---
*Chrome (Cr)	---	---	---
*Cuivre (Cu)	---	---	---
*Mercure (Hg)	---	---	---
*Nickel (Ni)	---	---	---
*Plomb (Pb)	---	---	---
*Zinc (Zn)	---	---	---
Sélénium (Se)	---	---	---
Aluminium (Al)	---	---	---
Arsenic (As)	---	---	---
Bore (B)	---	---	---
Fer (Fe)	---	---	---
Cobalt (Co)	---	---	---
Manganèse (Mn)	---	---	---
Molybdène (Mo)	---	---	---

ANALYSES DE TERRES

 N° adhérent : 5041918
 Nom client : NCA (i)
 Adresse : 11 ALLEE JEAN MONNET (i)
 86170 NEUVILLE DU POITOU (i)
 Organisme : NCA ENVIRONNEMENT (i)
 Identification de l'échantillon : A2 POINT 6 (i)

 Coordonnées GPS :
 Latitude : 6624805.76536 (i)
 Longitude : 487451.73062 (i)

 Date de prélèvement : 30/03/2022 (i)
 Date de réception : 31/03/2022
 Date du début de l'essai : 31/03/2022 13:12:42
 N° laboratoire : 93546239
 Délai de conservation de l'échantillon : 2 mois sur Sec
 Préleveur : TURQUOIS Florian (i)

Analyse physico constitutive

	Détermination	Norme méthode	Résultats	Incertitude	Unité
Granulométrie sans décarbonatation	Argile ($\leq 2 \mu\text{m}$)	NF X 31 - 107	20.97		% TFS
	Limons fins (2 - 20 μm)	NF X 31 - 107	22.55		% TFS
	Limons grossiers (20 - 50 μm)	NF X 31 - 107	17.25		% TFS
	Sables fins (50 - 200 μm)	NF X 31 - 107	19.61		% TFS
	Sables grossiers (200 - 2000)	NF X 31 - 107	13.55		% TFS
	* Calcaire - CaCO_3 total	Méthodes internes SAS-PROD-MOP-021 / SAS-PROD-MOP-022	<0.1	---	% TFS
	* Matière organique	Méthodes internes SAS-PROD-MOP-023 (extraction) / SAS-PROD-MOP-024 (dosage)	6.07	± 0.53	% TFS
	* Carbone organique	Méthodes internes SAS-PROD-MOP-023 (extraction) / SAS-PROD-MOP-024 (dosage)	3.53	± 0.31	% TFS
	* Azote total (combustion sèche)	Méthode interne SAS-MDM-METH-PACR-MOP-006	0.299	± 0.01	% TFS
	Rapport C/N	Calcul	11.8		
	* CEC Metson	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-066 (extraction) / SAS-MDM-METH-P96-MOP-001 (dosage)	13.1	± 1.1	meq / 100 g TFS
	* CEC cobalthexammine	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-065 (extraction) / AUREA45-MDM-METH-MOP-013 (dosage)	---	---	meq / 100 g TFS

Analyse chimique - Valeur agronomique

	Détermination	Norme méthode	Résultats	Incertitude	Unité
Cations échangeables d'NH_4	* pH H_2O	Méthode interne AUREA45-MDM-METH-P96-MOP-001	° 5.2	± 0.1	
	* pH KCl	Méthode interne AUREA45-MDM-METH-P96-MOP-001	4.1	± 0.2	
	* P_2O_5 Olsen	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-061 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-062 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* P_2O_5 Joret-Hébert	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-063 (extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-064 (dosage)	0.045	± 0.009	‰ TFS
	* K_2O échangeable	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-067 / SAS-MDM-METH-MOP-068	0.284	± 0.022	‰ TFS
	* MgO échangeable	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-067 / SAS-MDM-METH-MOP-068	0.277	± 0.018	‰ TFS
	* CaO échangeable	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-067 / SAS-MDM-METH-MOP-068	1.023	± 0.084	‰ TFS
	* Na_2O échangeable	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-067 / SAS-MDM-METH-MOP-068	0.0702	± 0.0073	‰ TFS
Oligos bio disponibles	* Cu EDTA	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-069 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-070 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* Zn EDTA	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-069 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-070 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* Mn EDTA	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-069 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-070 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* Fe EDTA	Méthodes internes SAS-MDM-METH-MOP-069 (Extraction) / SAS-MDM-METH-MOP-070 (dosage)	---	---	mg / kg TFS
	* Bore eau bouillante	Méthodes internes SAS-MDM-METH-P96-MOP-017 (Extraction) / SAS-MDM-METH-P96-MOP-016 (dosage)	---	---	mg / kg TFS

Eléments traces métalliques totaux

	Détermination	Norme méthode	Résultats	Incertitude	Unité
ETM totaux extraits à l'eau régale	* Mercure	Méthodes internes AUREA45-MDM-METH-MOP-012 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-011	---	---	mg / kg TFS
	* Cadmium	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Chrome	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Cuivre	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Nickel	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Plomb	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS
	* Zinc	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---	---	mg / kg TFS

Oligo-éléments totaux

	Détermination	Norme méthode	Résultats	Incertitude	Unité
Oligos totaux extraits à l'eau régale	Bore total	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		mg / kg TFS
	Cobalt	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		mg / kg TFS
	Fer total	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		%TFS
	Manganèse total	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		mg / kg TFS
	Molybdène	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL010 / SAS-MDM-METH-MOP-072	---		mg / kg TFS
	Sélénium	Méthodes internes SAS-MDM-METH-PACR-MOP-005 / SAS-MDM-METH-P96-VAL-010 / NF EN ISO 15586	---		mg / kg TFS

Analyses réalisées sur terre fine sèche (TFS) préparée selon la norme NF ISO 11464.

Commentaires :
 (i) Informations fournies par le client.
 * : L'analyse a fait l'objet d'une vérification.

 Fait à Ardon, le 13/04/2022 - JUSTE Christophe
 Responsable technique, service Terres.



DEMANDEUR / PRESCRIPTEUR

NCA ENVIRONNEMENT
11 Allée Jean Monnet
86170 NEUVILLE DE POITOU

DESTINATAIRE

NCA
11 ALLEE JEAN MONNET
86170 NEUVILLE DU POITOU

Technicien : TURQUOIS Florian

PARCELLE

N° ilot :

Référence **A2 POINT 6**

Surface

X/Long 487451.73062 Y/Lat 6624805.76536

Coordonnées GPS

CARACTERISTIQUES DU SOL

Type de sol	LIMON ARGILEUX		
Densité apparente (T/m3)	1.3	Sol (profondeur)	
Masse du sol (T/ha)	1500	Pierrosité	
Profondeur de prélèvement (cm)	0 cm	Réserve en eau Facilement Utilisable (RFU) estimée sur la profondeur de prélèvement	
Sol / Sous-sol	SOL		

N° RAPPORT

93546239

Date de prélèvement 30/03/2022

Date de réception 31/03/2022

Date de début de l'essai 31/03/2022

Date d'édition 13/04/2022

Préleveur

22-21-AG GRAND FOUGERAY

N° bon de commande

ETAT PHYSIQUE

Granulométrie (pour mille)

Argiles (< 2 µm) :	223
Limons fins (2 à 20 µm) :	240
Limons grossiers (20 à 50 µm) :	184
Sables fins (50 à 200 µm) :	209
Sables grossiers (200 à 2000 µm) :	144

(granulométrie sans décarbonatation)

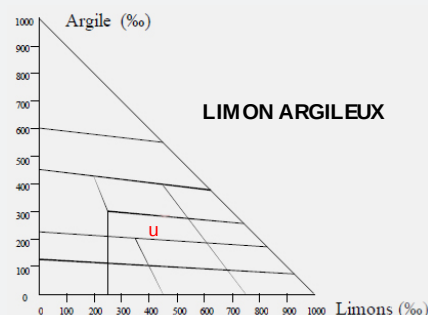
Sol non battant
Porosité défavorable

Texture selon le triangle GEPPA :

Indice de battance : **0.6**

Indice de porosité : **0.6**

Refus (%) :



ETAT ORGANIQUE

* Matière organique (%) ⁽¹⁾	6.1	2.5	Elevé
--	------------	------------	-------

⁽¹⁾ MO=carb.org × 1.72 Incertitude : ± 0.53

souhaitable

* Azote total (%) :	0.299	Incertitude : ± 0.015
---------------------	--------------	-----------------------

Rapport C/N	11.8	8-12	Satisfaisant
-------------	-------------	-------------	--------------

Décomposition de la MO : Rapide Lente souhaitable

Estimation du coefficient k2 (%) : **0.57**

Estimation de l'azote minéralisable en kg/ha : **26 kg/ha**

Estimation des pertes annuelles en MO : **523 kg/ha**

Stock minimal souhaitable en MO : **38 t/ha**

Stock en matières organiques (MO) : **91 t/ha**

Potentiel biologique : Faible **76**

Rapport C/N normal, transformation de la matière organique satisfaisante.



N° RAPPORT

93546239

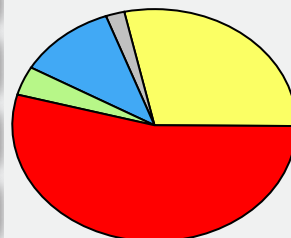
Référence

A2 POINT 6

STATUT ACIDO-BASIQUE

	Faible		Elevé	Incertitude
* pH eau	5.2			± 0.15
* pH KCl	4.1			± 0.16
* Calcaire total (g/kg)	<1			---
Calcaire Actif (g/kg)				---
* CaO (g/kg)	1.02			± 0.084
* CEC Metson cmol+/kg (=meq/100g)	13.1			± 1.1

Taux d'occupation de la CEC (%)



K/CEC : 4.6
Mg/CEC : 10.6
Na/CEC : 1.7
Ca/CEC : 28
H/CEC : 55.2 %

Taux de saturation S/CEC (%) ⁽²⁾ :

Actuel : 44.8

Optimal : >95

⁽²⁾ S = Somme des cations échangeables

POTENTIEL NUTRITIF

Éléments majeurs assimilables ou échangeables

Eléments	faible		Elevé	Incertitude	Souhaitable
* P ₂ O ₅ (g/kg) Méthode Joret Hébert	0.045			± 0.009	0.13 à 0.16
* P ₂ O ₅ (g/kg) Méthode Olsen				---	
* K ₂ O (g/kg)			0.284	± 0.022	0.21 à 0.40
* MgO (g/kg)			0.277	± 0.018	0.11 à 0.20

K / Mg : 0.43

Souhaitable : 0.35

K₂O / MgO : 1.0

Souhaitable : 0.8

Oligo-éléments (unité mg/kg)

	Risque de déficit	Risque d'excès	Incertitude	Référence
*Bore soluble			---	
Manganèse échangeable			---	
Cuivre échangeable			---	
*Cuivre EDTA			---	
*Manganèse EDTA			---	
*Fer EDTA			---	
*Zinc EDTA			---	

Autres résultats et calculs

	Incertitude	Souhaitable
Humidité résiduelle (% MB)		
Conductivité (mS/cm)	---	
Nickel DTPA (mg/kg)	---	
*Sodium (Na ₂ O g/kg)	0.070 ± 0.007	< 0.1
Potentiel REDOX (mV)	---	
P ₂ O ₅ Dyer (g/kg)	---	
Sulfates (mg/kg)	---	
P ₂ O ₅ total (% MS)	---	

Éléments traces métalliques totaux

valeurs limites réglementaires selon Arrêté du 8 janvier 1998				
Teneur (mg/kg)	Incertitude	Valeur limite réglementaire	Appr.	
*Cadmium (Cd)	---	---	---	
*Chrome (Cr)	---	---	---	
*Cuivre (Cu)	---	---	---	
*Mercure (Hg)	---	---	---	
*Nickel (Ni)	---	---	---	
*Plomb (Pb)	---	---	---	
*Zinc (Zn)	---	---	---	
Sélénium (Se)	---	---	---	
Aluminium (Al)	---	---	---	
Arsenic (As)	---	---	---	
Bore (B)	---	---	---	
Fer (Fe)	---	---	---	
Cobalt (Co)	---	---	---	
Manganèse (Mn)	---	---	---	
Molybdène (Mo)	---	---	---	